Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Document de recherche 2017/005

Région du Québec

Mise à jour des connaissances sur l'identification, la description et l'utilisation spatio-temporelle des habitats du bar rayé (*Morone saxatilis*) de la population du fleuve Saint-Laurent, Québec

Éliane Valiquette[1], Valérie Harvey[2] et Anne-Marie Pelletier[3]

[1] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
880 chemin Sainte-Foy, 2.00
Québec (Québec)
G1S 4X4

[2] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
8400, avenue Sous-le-Vent
Charny (Québec) G6X 3S9

[3] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
186, rue Fraser
Rivière-du-Loup (Québec)
G5R 1C8

Février 2017

Canada

Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Valiquette, É., Harvey, V. et Pelletier, A.-M. 2017. Mise à jour des connaissances sur l'identification, la description et l'utilisation spatio-temporelle des habitats du bar rayé (*Morone saxatilis*) de la population du fleuve Saint-Laurent, Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/005. ix + 55 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ viii
ABSTRACT ix
INTRODUCTION 1
AIRE DE RÉPARTITION ET DÉPLACEMENTS DES ADULTES 2
Contexte et objectifs 2
Méthode 2
Approche générale 2
Émetteurs hydroacoustiques et marquage 2
Récepteurs hydroacoustiques et déploiement 4
Résultats 9
Période hivernale 9
Période d'eau libre 12
SITES DE CONCENTRATION DES BARS RAYÉS ADULTES EN PÉRIODE DE REPRODUCTION 25
Contexte et objectifs 25
Méthode 25
Résultats 28
Suivi de la présence des adultes : filet maillant 28
Suivi de la présence des adultes : télémétrie 31
Délimitation des zones d'utilisation intensives 34
AIRE DE RÉPARTITION ET SUIVI DES JEUNES DE L'ANNÉE 39
Méthode 39
Réseau de suivi des captures accidentelles 39
Caractérisation des habitats d'été utilisés par les jeunes de l'année 40
Réseau de suivi annuel du recrutement 40
Résultats 41
Réseau de suivi des captures accidentelles 41
Caractérisation des habitats d'été utilisés par les jeunes de l'année 44
Réseau de suivi annuel du recrutement 48
Description et évaluation des habitats d'importance pour les larves et les jeunes de l'année 50
CONCLUSION 50
REMERCIEMENTS 51
RÉFÉRENCES 52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre d'individus marqués par année et par secteur de marquage dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires. Les coordonnées des secteurs de marquage sont données à titre indicatif. 3

Tableau 2 : Effort d'échantillonnage déployé entre 2011 et 2015 lors de la prospection de sites de fraie utilisé par le bar rayé, capture de bar rayé et capture par unité d'effort. 26

Tableau 3 : Type d'engins de pêche, longueur des mailles étirées (mm) et longueurs totales des filets (m) entre parenthèses utilisés afin de capturer des bars rayés lors de la période de reproduction dans l'estuaire du Saint-Laurent entre 2011 et 2015. 27

Tableau 4 : Nombre de bars rayés de l'année rapportés par les pêcheurs commerciaux d'anguilles et nombre par mètre de tenture entre 2010 et 2015. 42

Tableau 5 : Détails sur les captures de bars rayés selon le mois d'échantillonnage en 2012. 44

Tableau 6 : Détails sur les captures de bars rayés selon l'année d'échantillonnage. 50

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Marquage par chirurgie d'un bar rayé avec un émetteur hydroacoustique de type V13 (VEMCO). 4

Figure 2 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2011. 5

Figure 3 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2012. 5

Figure 4 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2013. 6

Figure 5 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2014. 6

Figure 6 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2015. 7

Figure 7 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires à l'hiver 2014-2015. 7

Figure 8 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires (points orangés) ainsi qu'en Gaspésie (points jaunes) de 2013 à 2015. 8

Figure 9 : Montage d'un récepteur hydroacoustique de type VR2W (VEMCO) avec bouée et poids (gauche) ou directement sur l'ancrage (droite). 9

Figure 10 : Nombre d'individus détectés par station de novembre 2014 à avril 2015. 10

Figure 11 : Délimitation des aires d'hivernage identifiées à l'hiver 2014-2015 et corridor de déplacements entre ces deux aires. 12

Figure 12 : Répartition des bars rayés adultes en mai 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte) et vers l'estuaire moyen ainsi que le tronçon fluvial (flèche rouge). 13

Figure 13 : Répartition des bars rayés adultes en juin 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte), vers l'estuaire moyen, l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (flèche rouge).....13

Figure 14 : Répartition des bars rayés adultes en juillet 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte) et vers l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (flèche rouge).....14

Figure 15 : Répartition des bars rayés adultes en août 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte) et vers l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (flèche rouge).....14

Figure 16 : Répartition des bars rayés adultes en septembre 2015 et retour généralisé des individus vers l'estuaire moyen.....15

Figure 17 : Répartition des bars rayés adultes en octobre 2015 et concentration vers les sites d'hivernage.....15

Figure 18 : Aire de concentration des bars rayés adultes regroupant les secteurs où au moins 50 % des individus marqués ont été observés dans le Saint-Laurent.....16

Figure 19 : Aire de répartition des bars rayés adultes dans le Saint-Laurent et ses principaux tributaires et aires de concentration générales des individus en fonction de différents pourcentages de bars rayés détectés.....17

Figure 20 : Aire de répartition totale des bars rayés adultes de la population du fleuve Saint-Laurent et aires de concentration des individus pour différents seuils de présence.....18

Figure 21 : Aires de répartition totale des bars rayés de la population du fleuve Saint-Laurent (rouge) et de la population du sud du golfe Saint-Laurent (vert) telles qu'observées par télémétrie hydroacoustique.....18

Figure 22 : Aires de répartition des bars rayés de la population du fleuve Saint-Laurent (rouge), de la population du sud du golfe Saint-Laurent (vert) et de la zone de chevauchement des deux populations (gris barré).....19

Figure 23 : Distribution de l'étendue maximale (km) du territoire individuel occupé par les bars rayés adultes dans le fleuve Saint-Laurent.....20

Figure 24 : Exemple de contingent migratoire résident. Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé résident. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs.....21

Figure 25 : Exemple de contingent migratoire migrateur saisonnier de printemps. Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé migrateur de printemps. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par

les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs. 22

Figure 26 : Exemple de contingent migratoire migrateur saisonnier au Saguenay Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé migrateur saisonnier à la rivière Saguenay. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs. 23

Figure 27 : Exemple de contingent migratoire migrateur saisonnier à rivière Ouelle .Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé migrateur saisonnier à la rivière Ouelle. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs. 24

Figure 28 : Localisation des stations échantillonnées lors de la prospection des concentrations de bar rayé dans le secteur portuaire de Québec en mai et juin 2015. 28

Figure 29 : Séquence temporelle du nombre de bars rayés capturé par heure d'échantillonnage lors de la prospection d'individus matures effectuée dans le bassin de la rivière du Sud en a) 2011 et b) 2014, dans le secteur portuaire de Québec en c) 2014 et d) 2015 et à Rivière Ouelle en e) 2015. La partie ombragée représente la période à laquelle la température de l'eau est optimale pour la reproduction de l'espèce. Mosa = *Morone saxatilis* = bar rayé. 29

Figure 30 : Détection entre mai et novembre 2015 de bar rayés munis d'émetteur hydroacoustiques passifs dans le secteur portuaire de Québec (vert), du bassin de la rivière du Sud (rouge) et de l'embouchure de la rivière Ouelle (bleu). La période identifiée en jaune représente la période de fraie potentielle identifiée en fonction de la température de l'eau. 32

Figure 31 : Bar rayés suivis par télémétrie hydroacoustique détectés dans a) l'embouchure de la rivière Ouelle et b) le bassin de la rivière du Sud entre mai et novembre 2015 de même que c) dans le secteur du Port de Québec entre novembre 2014 et novembre 2015. La période identifiée en jaune représente la période de fraie potentielle en fonction de la température de l'eau illustrée par la courbe grise sur les figures a et b. 34

Figure 32 : a) Effort d'échantillonnage et b) captures par unité d'effort réalisées dans le secteur portuaire du Québec entre 2013 et 2015. Les stations en vert représentent les stations où des bars rayés ont été capturés alors que celles vides représentent les stations où aucune capture de bar rayé n'a été réalisée. 35

Figure 33 : a) Distribution de l'effort d'échantillonnage et b) captures par unité d'effort réalisées dans le bassin de la rivière du Sud entre 2011 et 2015. Les stations en vert représentent les stations où des bars rayés ont été capturés alors que celles vides représentent les stations où aucune capture de bar rayé n'a été réalisée. 36

Figure 34 : Nombre de bars rayé détectés par unité d'effort en 2013 à la rivière Ouelle aux stations de télémétrie mobile. 37

Figure 35 : Répartition des tentures à anguilles faisant parties du réseau de suivi des captures accidentelles de bars rayés du Saint-Laurent. 39

Figure 36 : Localisation des 152 stations d'échantillonnage de 2012 réparties dans le Saint-Laurent à l'est de Trois-Rivières. 40

Figure 37 : Localisation des 100 stations d'échantillonnage du réseau de suivi standardisé du recrutement du bar rayé. 41

Figure 38 : Localisation des principales mentions de bars rayés de l'année rapportées par le réseau de suivi. 42

Figure 39 : Distribution des CPUE des jeunes bars rayés de l'année capturés via le réseau de suivi des captures accidentelles entre 2009 et 2015. 43

Figure 40 : Localisation et délimitation de l'habitat utilisé par les jeunes bars rayés à l'automne au Bas-Saint-Laurent. 44

Figure 41 : Distribution des captures de bars rayés 0+ au mois de juillet 2012. 45

Figure 42 : Distribution des captures de bars rayés 0+ au mois d'août 2012. 46

Figure 43 : Distribution des captures de bars rayés 0+ au mois de septembre 2012. 46

Figure 44 : Distribution des captures de bars rayés en 2013. Les ronds gris représentent les stations d'échantillonnage avec absence de bar rayé et les ronds jaunes représentent une station où au moins 1 bar rayé de l'année a été capturé. 48

Figure 45 : Distribution des captures de bars rayés en 2014. Les ronds gris représentent les stations d'échantillonnage avec absence de bar rayé et les ronds rouges représentent une station où au moins 1 bar rayé de l'année a été capturé. 49

Figure 46 : Distribution des captures de bars rayés en 2015. Les ronds gris représentent les stations d'échantillonnage avec absence de bar rayé et les ronds verts représentent une station où au moins 1 bar rayé de l'année a été capturé. 49

RÉSUMÉ

En raison de l'altération des habitats, d'une forte exploitation par les pêches sportive et commerciale et au non-respect de la réglementation, la population de bar rayé (*Morone saxatilis*) du fleuve Saint-Laurent a disparu à la fin des années 1960. Suite à une volonté de restaurer la biodiversité du Saint-Laurent, un plan d'action a été établi et le gouvernement du Québec a entrepris dès 2002, en collaboration avec ses partenaires, les premiers travaux visant le rétablissement du bar rayé dans le fleuve Saint-Laurent. En 2011, un programme de rétablissement du ministère de Pêches et Océans Canada a été rédigé en collaboration avec le gouvernement du Québec et les principaux collaborateurs. Afin de mettre en œuvre ce programme, de suivre l'évolution du rétablissement de l'espèce et d'identifier les habitats utilisés par celle-ci, de nombreux projets d'acquisition des connaissances ont cours depuis 2003. Le présent document dresse le bilan des principales connaissances acquises jusqu'à maintenant concernant l'utilisation des habitats par le bar rayé selon les divers stades de développement.

Update on the identification, description and spatial and temporal use of striped bass (*Morone saxatilis*) habitats by the St. Lawrence River population, Quebec

ABSTRACT

Due to habitat alteration, heavy recreational and commercial fishing, and non-compliance with regulations, the striped bass (*Morone saxatilis*) population in the St. Lawrence River disappeared in the late 1960s. When the decision was made to restore biodiversity in the St. Lawrence River, an action plan was developed, and, in 2002, the Government of Quebec and its partners began taking steps to restore the striped bass population in the St. Lawrence River. In 2011, Fisheries and Oceans Canada came up with a recovery strategy in collaboration with the Government of Quebec and key contributors. To implement this strategy, track the recovery of the species and identify habitats used by it, numerous data collection projects have been ongoing since 2003. This document provides an overview of our current knowledge of the striped bass's use of habitats at every developmental stage.

INTRODUCTION

Le bar rayé (*Morone saxatilis*) est une espèce anadrome typique des estuaires et du littoral de la côte est nord-américaine (Scott et Scott 1988). Historiquement, au Canada, on dénombrait trois populations distinctes de bars rayés, soit celles de la Baie de Fundy, du sud du golfe et du fleuve Saint-Laurent. Malheureusement, en raison de l'altération des habitats, d'une forte exploitation de la pêche commerciale et sportive et du non-respect de la réglementation, la population du fleuve Saint-Laurent a disparu à la fin des années 1960 (Beaulieu 1985, Beaulieu *et al.* 1990). Suite à une volonté de restaurer la biodiversité du Saint-Laurent, une évaluation quant à la faisabilité d'y rétablir une population de bars rayés a été jugée possible par le Comité de travail pour la réintroduction du bar rayé (2000). Un plan d'action a donc été établi et le gouvernement du Québec a entrepris dès 2002, en collaboration avec ses partenaires, les premiers travaux visant le rétablissement du bar rayé dans le fleuve Saint-Laurent.

Entre 2002 et 2015, plus de 19 600 bars rayés juvéniles et adultes, ainsi que 34,5 millions de larves ont été ensemencés dans le fleuve Saint-Laurent. En 2003, un réseau de suivi sur les captures accidentelles de bars rayés a été mis en place afin d'évaluer les paramètres démographiques de la population réintroduite, d'en documenter la survie, de suivre ses déplacements et d'identifier les habitats de fraie et d'élevage. En 2008, un premier portrait de l'état de la situation de cette nouvelle population a été dressé (Pelletier 2009, Pelletier *et al.* 2011) et a mis en évidence que les bars rayés adultes se reproduisaient naturellement dans l'estuaire (Bourget *et al.* 2008). En 2011, la première frayère a été identifiée dans l'embouchure de la rivière du Sud à Montmagny (Côté 2012). En septembre 2011, le Programme de rétablissement du bar rayé (*Morone saxatilis*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, a été publié par Pêches et Océans Canada (Robitaille *et al.* 2011) et a identifié les actions prioritaires à réaliser au cours des dix prochaines années pour rétablir cette population.

Lors de la publication du Programme de rétablissement, plusieurs lacunes au niveau de l'état d'avancement des connaissances avaient été soulevées. Il était par conséquent mentionné qu'*[...il sera nécessaire de localiser les habitats utilisés pendant les différentes étapes du cycle vital, notamment les habitats de reproduction et de vie larvaire, non seulement pour en assurer la protection, mais aussi pour recueillir des mesures d'abondance et de survie au cours de cette phase cruciale....*] (Robitaille *et al.* 2011). Le présent document dresse le bilan à jour des principales informations connues jusqu'à maintenant concernant l'utilisation des habitats par le bar rayé selon les divers stades de développement. La mise à jour de ces connaissances permettra d'actualiser la désignation de l'habitat essentiel du bar rayé nécessaire pour atteindre les objectifs de rétablissement identifiés pour la population du fleuve Saint-Laurent.

AIRE DE RÉPARTITION ET DÉPLACEMENTS DES ADULTES

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Parmi les études nécessaires à l'identification de l'habitat essentiel du bar rayé du fleuve Saint-Laurent identifiées dans le Programme de rétablissement, on retrouve l'étude sur le comportement des bars rayés adultes de la population réintroduite du fleuve Saint-Laurent.

Les objectifs de cette étude sont de :

- décrire la répartition spatio-temporelle des individus dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires;
- identifier des habitats essentiels;
- évaluer la mobilité des individus;
- identifier les patrons de déplacements;
- identifier les facteurs environnementaux qui influencent les déplacements.

Bien que l'étude des déplacements des bars rayés ait débuté officiellement en 2011, quelques individus avaient déjà été marqués dès l'automne 2010. Les données annuelles des déplacements des individus marqués ont influencé le déploiement des récepteurs des années successives. De 2011 à 2016, il en est résulté un réseau de suivi par télémétrie évolutif qui a permis d'augmenter considérablement nos connaissances sur les habitats utilisés par les bars rayés adultes. Au fil des années, des centaines de milliers de détections de bars rayés ont été enregistrées dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires. Bien qu'un premier traitement des données ait été effectué, certaines analyses nécessitent encore du travail, notamment l'identification formelle des patrons de déplacements et l'influence des facteurs environnementaux sur les déplacements.

MÉTHODE

Approche générale

De 2011 à 2015, un vaste système de télémétrie hydroacoustique passif à stations fixes a été utilisé pour suivre en continue des bars rayés adultes munis d'émetteurs hydroacoustiques dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires.

Émetteurs hydroacoustiques et marquage

Émetteurs hydroacoustiques

La grande majorité des individus marqués lors de cette étude ont reçu un émetteur de type V13 (VEMCO). Ce modèle d'émetteur a une longueur de 36 mm, un diamètre de 13 mm et un poids de 6 g dans l'eau. Les émetteurs V13 installés de 2010 à 2013 avaient une durée de vie de 622 jours, alors que ceux installés depuis 2014 ont une durée de vie de 991 jours. Cette augmentation dans la durée de vie s'explique par l'utilisation de piles plus performantes depuis 2014. Quelques individus ont pour leur part reçu un émetteur de type V16 (VEMCO) ayant une durée de vie de 3650 jours. Ce modèle d'émetteur a une longueur de 68 mm, un diamètre de 16 mm et un poids de 8,1 g dans l'eau. Bien que ce modèle d'émetteur offre une durée de vie nettement supérieure au V13, ses plus grandes dimensions restreignent son utilisation à des bars rayés mesurant plus de 575 mm. Les deux modèles d'émetteur utilisés émettent un code d'identification unique à toutes les 30 à 90 secondes à une fréquence de 69 KHz.

Marquage

Chez la population réintroduite de bar rayé du fleuve Saint-Laurent, les mâles atteignent la maturité sexuelle à une longueur totale égale ou supérieure à 400 mm et les femelles à 450 mm (Pelletier 2009). Comme il n'est pas toujours possible de sexer les individus lors de la capture, il a été décidé de ne marquer que les individus mesurant 450 mm et plus afin de s'assurer de suivre exclusivement des adultes.

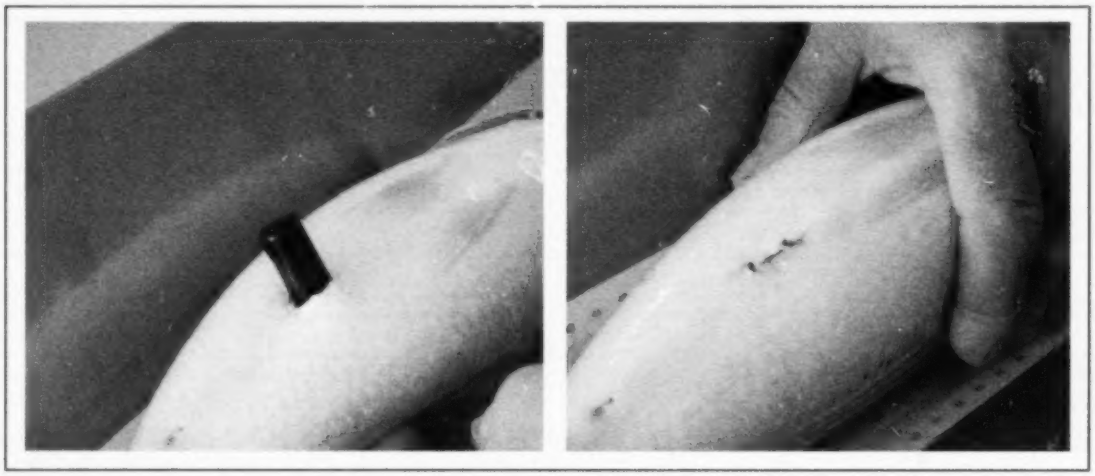
Entre 2010 et 2015, 193 bars rayés mesurant plus de 450 mm ont été capturés dans divers secteurs du fleuve Saint-Laurent, de Gentilly à Rivière Ouelle et munis d'un émetteur de type V13 ou V16 (VEMCO; Tableau 1).

Tableau 1 : Nombre d'individus marqués par année et par secteur de marquage dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires. Les coordonnées des secteurs de marquage sont données à titre indicatif.

Année	Secteur de marquage	Latitude	Longitude	Nombre d'individus
2010	Gentilly	46.40	-72.35	14
2011	Gentilly	46.40	-72.35	5
2011	Promenade Champlain	46.79	-71.23	1
2011	Rivière du Sud - Montmagny	46.99	-70.55	29
2012	Anse au sac	47.51	-70.21	17
2012	Berthier-sur-mer	46.93	-70.76	1
2012	Rivière du Sud - Montmagny	46.99	-70.55	5
2012	Rivière Ouelle	47.43	-70.06	1
2012	St-Nicolas	46.73	-71.29	1
2013	Rivière du Sud - Montmagny	46.99	-70.55	16
2013	Rivière Ouelle	47.43	-70.04	23
2013	Rivière St-Charles	46.82	-71.21	1
2014	Baie de Beauport	46.84	-71.19	15
2014	Petite rivière du Chêne	46.56	-72.04	7
2014	Rivière du Chêne	46.58	-72.00	8
2014	Rivière du Sud - Montmagny	46.99	-70.55	15
2014	Rivière Ouelle	47.43	-70.02	15
2015	Rivière Saguenay (Rivière Valin)	48.45	-71.00	8
2015	Rivière Saguenay (St-Fulgence)	48.44	-70.89	10
2015	Rivière Saguenay (Terres Rompues)	48.45	-71.19	1

Dans tous les cas, les émetteurs ont été insérés par chirurgie dans la cavité abdominale des individus (Figure 1). La méthode de chirurgie suivie a été élaborée de concert avec un médecin vétérinaire du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP) et est conforme aux normes sur le bien-être des animaux du Conseil canadien de protection des animaux (CCPA). Avant le début de la chirurgie, le poisson était anesthésié dans une solution de clou de girofle dont la concentration était de 35 mg/l. Une fois le poisson endormi, la longueur totale du bout du museau au bout de la queue, ainsi que la masse étaient mesurées. Le poisson était ensuite transféré sur une table d'opération pour la chirurgie. La zone visée pour l'insertion de l'émetteur dans le poisson était stérilisé puis une incision abdominale à environ

5 cm devant l'anus était pratiquée à l'aide d'instruments stériles et d'une lame de bistouri neuve. Pour les individus dont le sexe n'avait pu être identifié lors de la capture, une observation directe des gonades à cette étape permettait le sexage dans certains cas. Un émetteur stérilisé était ensuite inséré dans la cavité abdominale puis l'incision était refermée à l'aide de points de suture. Suite à la chirurgie, le poisson était déposé dans un bassin de rétention jusqu'à son réveil complet. Lorsque la condition générale du poisson était jugée adéquate, il était relâché près du lieu de capture. La durée des opérations reliées à la chirurgie était en moyenne de 5 minutes. Tous les poissons marqués ont été munis d'un émetteur respectant un ratio de masse de moins de 2 % (masse émetteur/masse poisson), ce qui minimise les taux de mortalité post-chirurgie et limite les effets négatifs sur sa croissance ainsi que sur sa capacité de nage (Winter 1983).



Crédit photo: MFFP

Figure 1 : Marquage par chirurgie d'un bar rayé avec un émetteur hydroacoustique de type V13 (VEMCO).

Récepteurs hydroacoustiques et déploiement

Récepteurs hydroacoustiques

De 2011 à 2015, des récepteurs hydroacoustique de type VR2W (VEMCO) ont été déployés en période d'eau libre (avril à novembre) à des stations fixes. En 2014, un nombre réduit de récepteurs a également été déployé pendant la période hivernale, soit de novembre 2014 à avril 2015. Les récepteurs VR2W sont des hydrophones multidirectionnels permettant de capter et d'enregistrer les signaux émis par les individus portant des émetteurs hydroacoustiques compatibles. Les appareils ont une longueur de 308 mm et un diamètre de 73 mm. Ils fonctionnent à une fréquence de 69 KHz et leur batterie a une durée de vie de 15 mois. Le taux de détection des récepteurs VR2W dépend de différents facteurs, mais principalement de la distance du poisson par rapport à la station. Dans des conditions normales, le taux de détection est de 100 % lorsque le poisson se trouve à une distance de 10 à 500 m de l'appareil et diminue progressivement à mesure que le poisson s'éloigne de la station. Lorsqu'un signal émis par un émetteur est capté, l'appareil enregistre le numéro de l'individu de même que la date et l'heure de détection. À la fin de la période d'étude, les récepteurs sont récupérés et les données enregistrées sont téléchargées sur un ordinateur. Les données brutes ainsi obtenues fournissent de l'information sur la présence ou l'absence des individus pour un moment donné dans un secteur donné, mais ne permettent pas de connaître sa position géographique précise.

Déploiements

De 2011 à 2015, entre 110 et 160 récepteurs ont été déployés en période d'eau libre sur plus de 400 km du systèr Saint-Laurent, soit de Montréal à Rimouski, et de ses principaux tributaires. Au cours de chacune des années de suivi, la position des stations a été soigneusement choisie afin de répondre aux objectifs et de maximiser la couverture ainsi que les probabilités de détection à différents secteurs du Saint-Laurent. Le réseau de récepteurs déployés a ainsi été modifié et bonifié à chaque année de suivi (Figure 2 à 7). De 2013 à 2015, un réseau de récepteurs VR2W a aussi été déployé sur les côtes de la Gaspésie et du Nouveau-Brunswick. Ce réseau avait pour but de suivre des bars rayés adultes appartenant à la population du sud du golfe du Saint-Laurent (Figure 8).

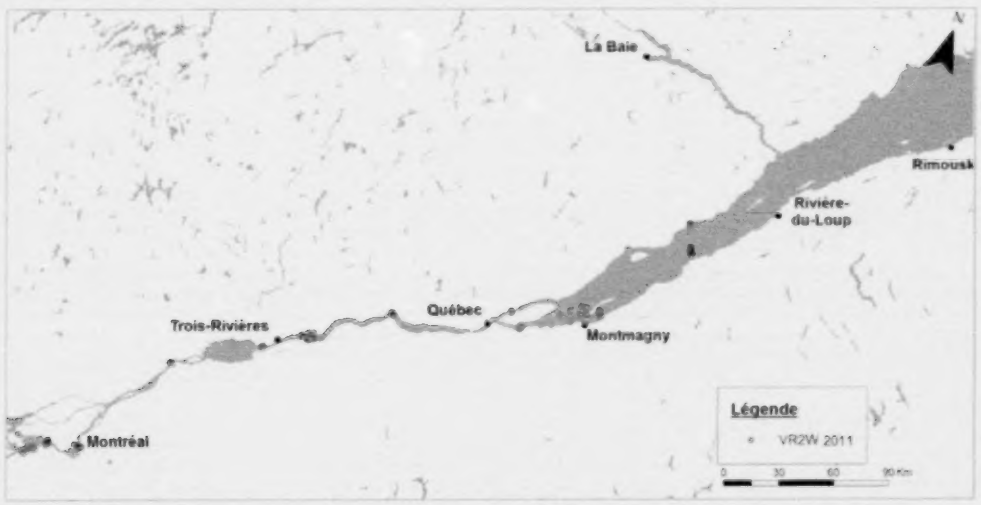


Figure 2 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2011.

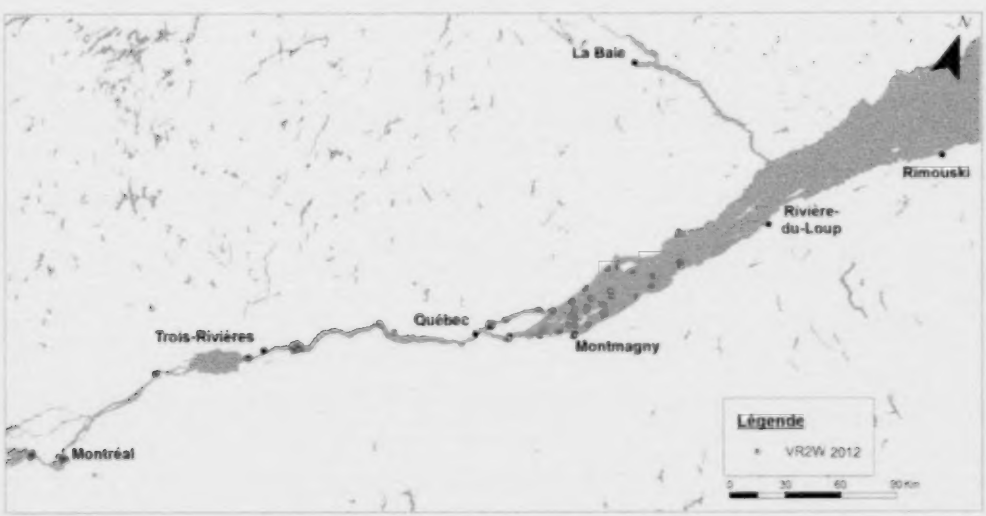


Figure 3 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2012.

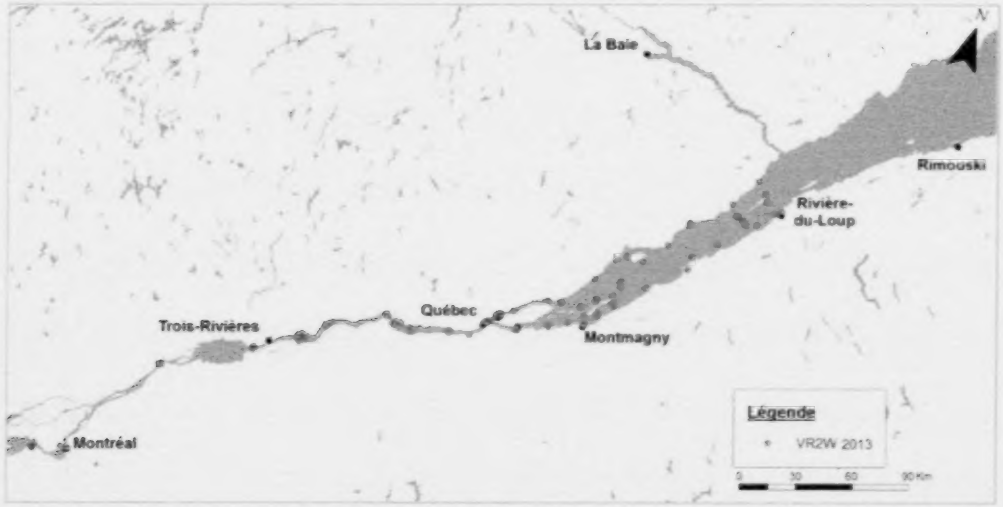


Figure 4 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2013.

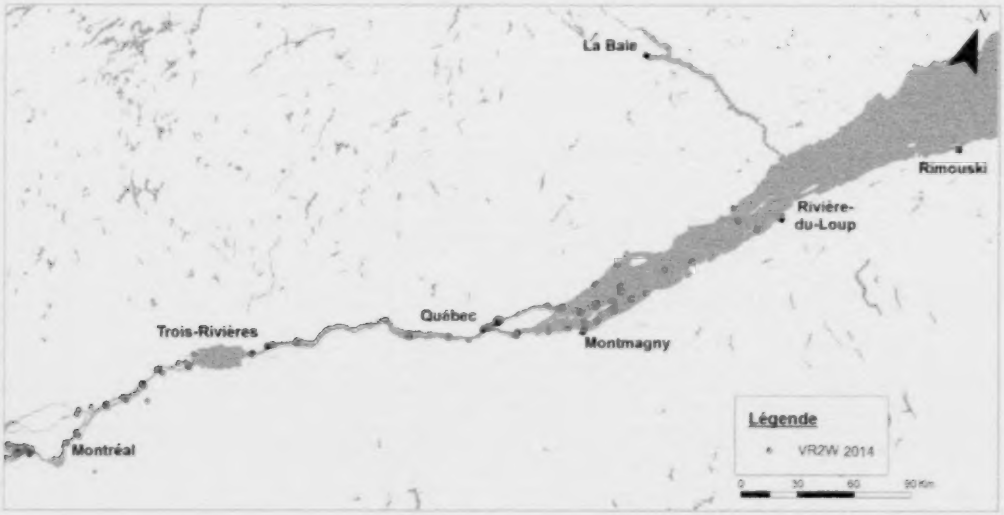


Figure 5 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2014.

Figure 6 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires en 2015.

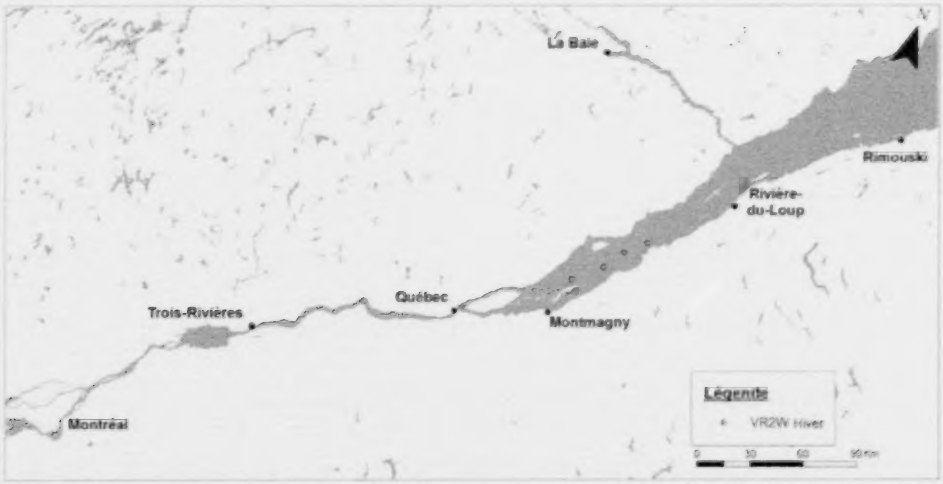
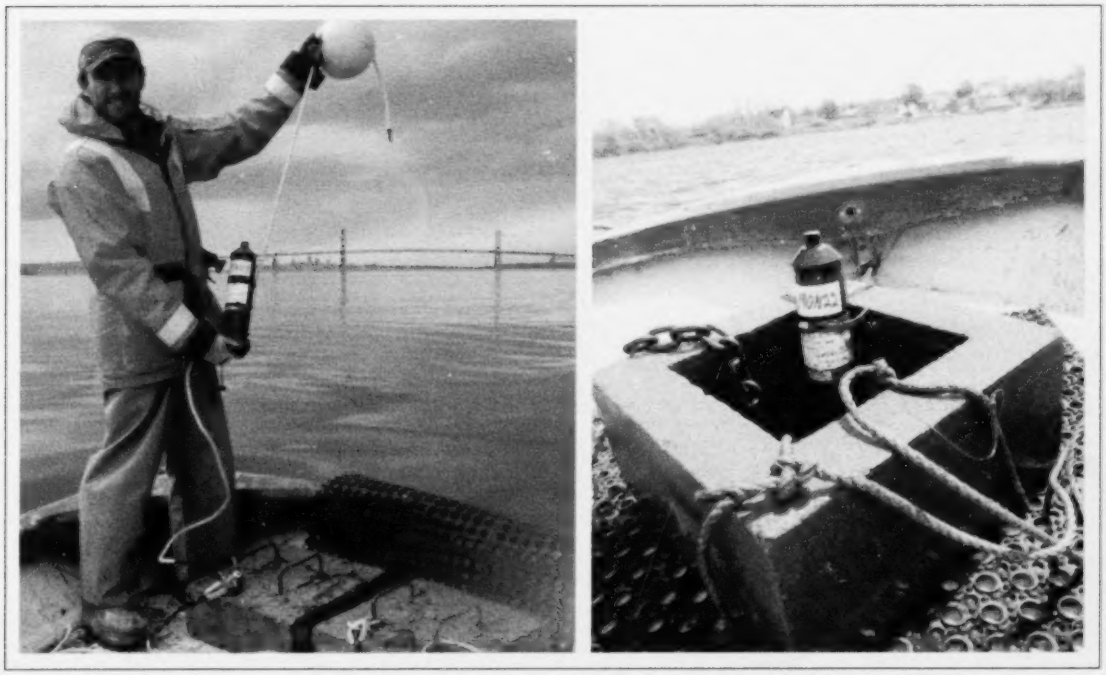


Figure 7 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires à l'hiver 2014-2015.

Figure 8 : Déploiement des récepteurs VR2W dans le système du Saint-Laurent et de ses principaux tributaires (points orangés) ainsi qu'en Gaspésie (points jaunes) de 2013 à 2015.

Afin de pouvoir capter les signaux émis par les émetteurs, les récepteurs doivent se trouver sous l'eau. Dans la plupart des cas, les récepteurs sont installés avec un système de bouées et de poids à une profondeur d'environ 10 mètres (Figure 9). Ceci permet d'optimiser les taux de détection et de s'assurer que les stations demeurent toujours sous l'eau, même à faible débit ou à marée basse. Exceptionnellement, certaines stations sont déployées en eau peu profonde et même en zone intertidale lorsque des secteurs précis sont étudiés, par exemple l'embouchure de certaines rivières. Dans ces situations, les récepteurs sont fixés directement sur des ancrages (Figure 9).



Crédit photo MFFP

Figure 9 : Montage d'un récepteur hydroacoustique de type VR2W (VEMCO) avec bouée et poids (gauche) ou directement sur l'ancrage (droite).

RÉSULTATS

Période hivernale

Chez la population historique, on pensait que les lieux d'hivernage se situaient dans le secteur du lac Saint-Pierre (Robitaille 2010). Toutefois, l'étude des déplacements à l'automne des bars rayés de la population réintroduite laissait plutôt croire que les lieux d'hivernage se situaient dans l'estuaire moyen. Le déploiement des récepteurs pendant la période hivernale de 2014-2015 a permis de confirmer cette hypothèse, en plus d'obtenir une première description générale de l'utilisation hivernale du Saint-Laurent par les bars rayés adultes.

Déplacements et aires d'hivernage

À l'approche de l'hiver, les bars rayés adultes de la population réintroduite du fleuve Saint-Laurent se concentrent fortement au sud de l'Isle-aux-Grues et près de la ville de Québec, dans un secteur situé entre la baie de Beauport, la pointe ouest de l'île d'Orléans et la ville de Lévis, ci-après nommé secteur de Québec (Figure 10).

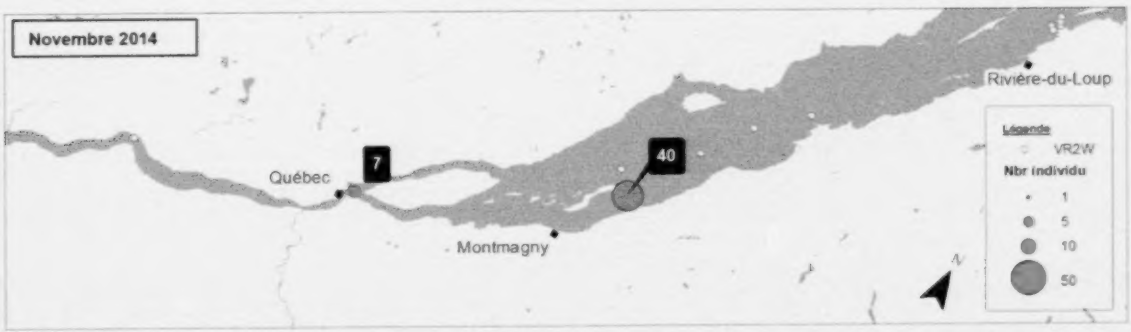


Figure 10 : Nombre d'individus détectés par station de novembre 2014 à avril 2015 (novembre 2014).

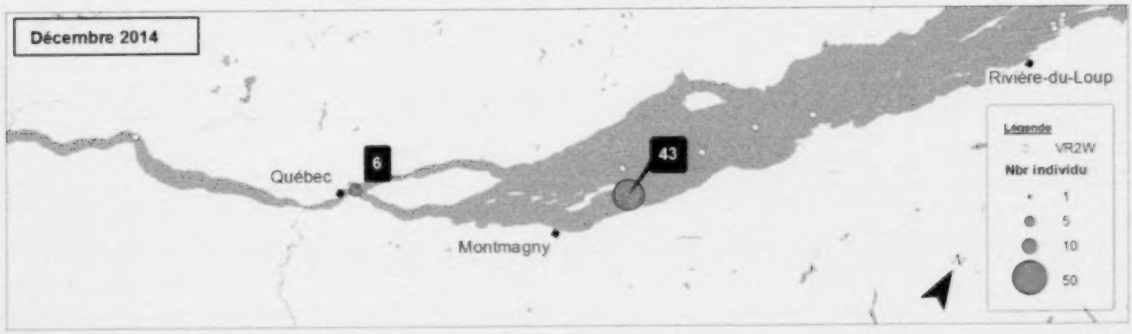


Figure10 : suite (décembre 2014).

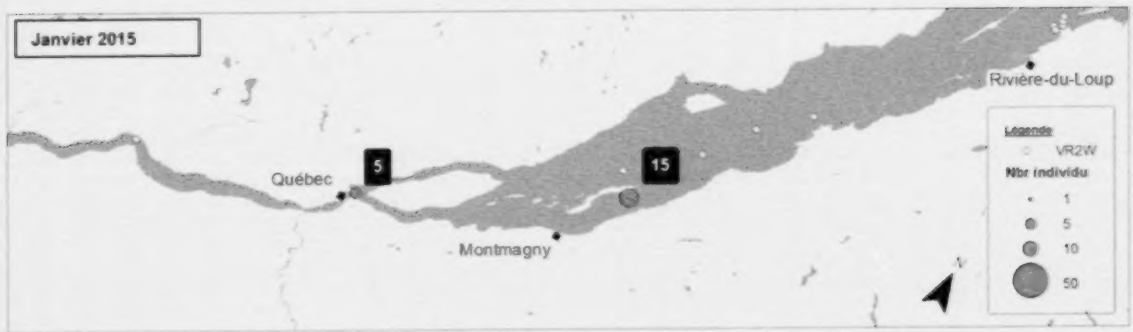


Figure10 : suite (janvier 2015).

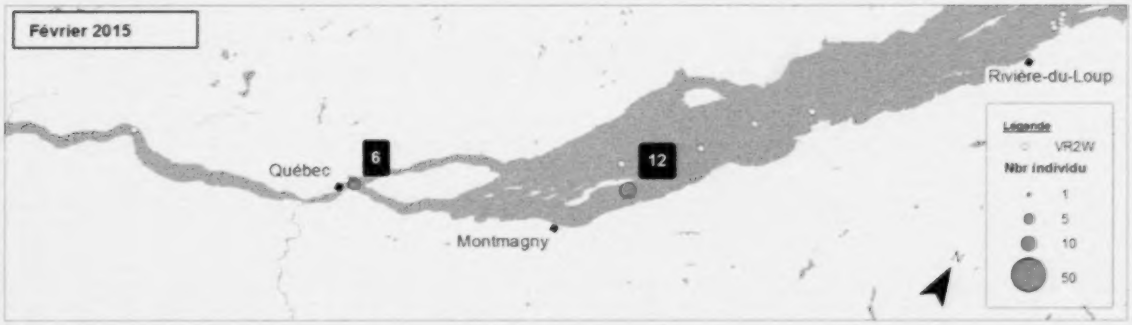


Figure10 : suite (février 2015).

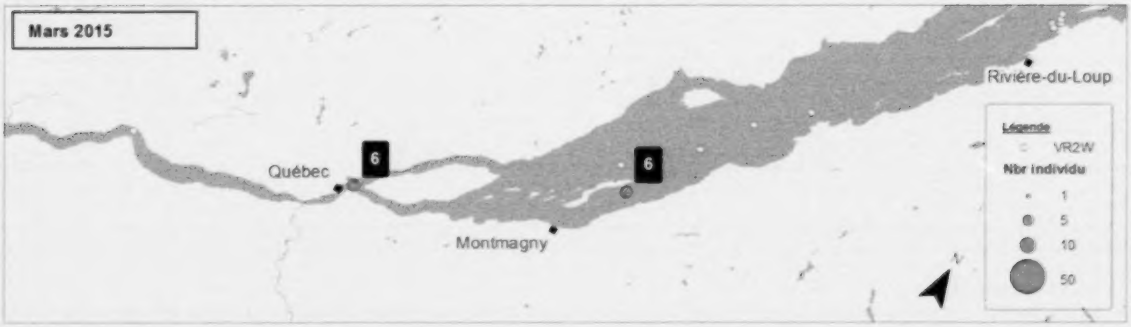


Figure10 : suite (mars 2015).

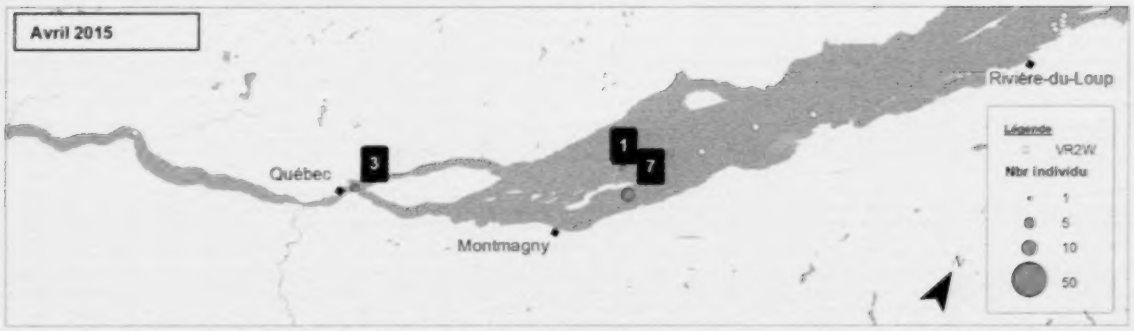


Figure10 : suite (avril 2015).

Au sud de l'Isle-aux-Grues, le nombre de bars rayés observé est particulièrement élevé en novembre et décembre, puis diminue graduellement jusqu'en avril, moment où les individus commencent probablement à se disperser dans le Saint-Laurent. Bien que le nombre de bars rayés observé dans ce secteur diminue au fil du temps, on observe une présence continue d'individus pendant toute la période hivernale. Ce secteur est donc une aire d'hivernage. Bien que le nombre de bars rayés observé dans le secteur de Québec soit plus faible que dans le secteur de l'Isle-aux-Grues, le nombre d'individus observé dans ce secteur est stable dans le temps et on note une présence continue pendant l'hiver. Il apparaît donc que le secteur de Québec est aussi une aire d'hivernage. Au cours de l'hiver 2014-2015, des déplacements de bars rayés ont été observés entre les deux aires d'hivernage identifiées, ce qui suggère que le

chenal des Grands Voiliers qui relient ces deux secteurs est minimalement utilisé comme voie hivernale de déplacements.

Il est intéressant de noter qu'aucun bar rayé n'a été détecté en amont de la ville de Québec au cours de l'hiver (station Portneuf). Dans l'estuaire moyen, toutes les détections ont été enregistrées au sud de l'Isle-aux-Grues et aucune détection n'a été enregistrée en aval de l'Isle-aux-Grues. En avril, alors que l'eau est à nouveau libre de glace, un individu a été détecté au nord de l'Isle-aux-Grues.

L'ensemble des informations obtenues sur les déplacements hivernaux ont mené à la délimitation d'aires d'hivernage et d'un corridor de déplacements pour la période hivernale (Figure 11).

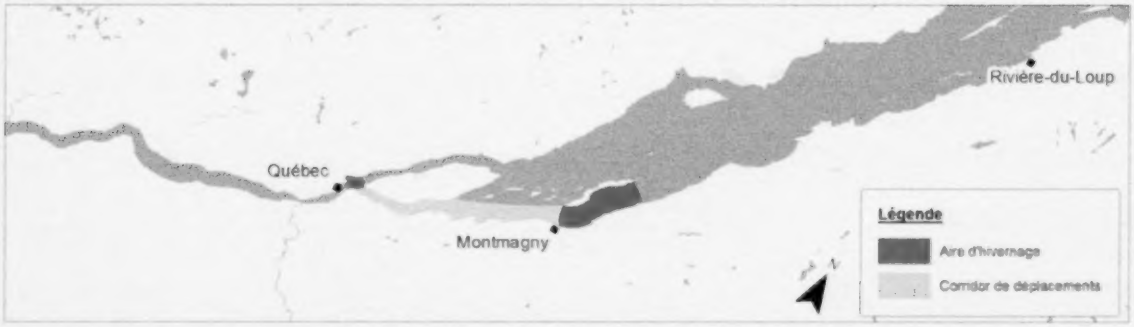


Figure 11 : Délimitation des aires d'hivernage identifiées à l'hiver 2014-2015 et corridor de déplacements entre ces deux aires.

Période d'eau libre

Répartition spatio-temporelle générale

Les saisons jouent un rôle majeur dans la répartition spatio-temporelle des bars rayés. En effet, l'aire de répartition générale des bars rayés s'agrandit et se rétrécit au fil des saisons. Alors qu'à l'hiver, les bars rayés se rassemblent dans des secteurs restreints, au printemps et en été, ils se dispersent sur de grands territoires. L'arrivée de l'automne initie un mouvement de retour vers les sites d'hivernage. La répartition et les déplacements des individus entre les saisons présentent ainsi un grand contraste.

Le printemps correspond à une période de dispersion à l'intérieur même de l'estuaire moyen, mais aussi vers l'amont dans l'estuaire fluviale et le tronçon fluvial. Cette période de dispersion, particulièrement évidente pendant le mois de mai, coïncide en partie avec la période de reproduction (Figure 12). Dès le mois de juin, certains individus se déplacent vers l'aval, tout en demeurant dans l'estuaire moyen, mais plusieurs se déplacent également vers l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (Figure 13). Ces territoires seraient principalement utilisés comme aires d'alimentation.

À l'été, les individus ont tendance à poursuivre leurs déplacements vers l'aval, certains se déplaçant jusque dans l'estuaire maritime, ou à demeurer dans l'estuaire fluvial, vraisemblablement pour s'alimenter. Ces déplacements s'observent particulièrement en juillet (Figure 14). Au mois d'août, la répartition des individus est relativement stable (Figure 15).

À l'automne, les bars rayés quittent les aires d'estivage pour se rassembler dans les sites d'hivernage. Ils initient un retour des secteurs avals, comme l'estuaire maritime et la rivière Saguenay dès le mois de septembre vers l'estuaire moyen et l'estuaire fluvial (Figure 16). En

octobre, les individus se concentrent particulièrement dans le secteur de l'estuaire moyen et en aval de l'estuaire fluvial dans le secteur de la ville de Québec (Figure 17).

Figure 12 : Répartition des bars rayés adultes en mai 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte) et vers l'estuaire moyen ainsi que le tronçon fluvial (flèche rouge).

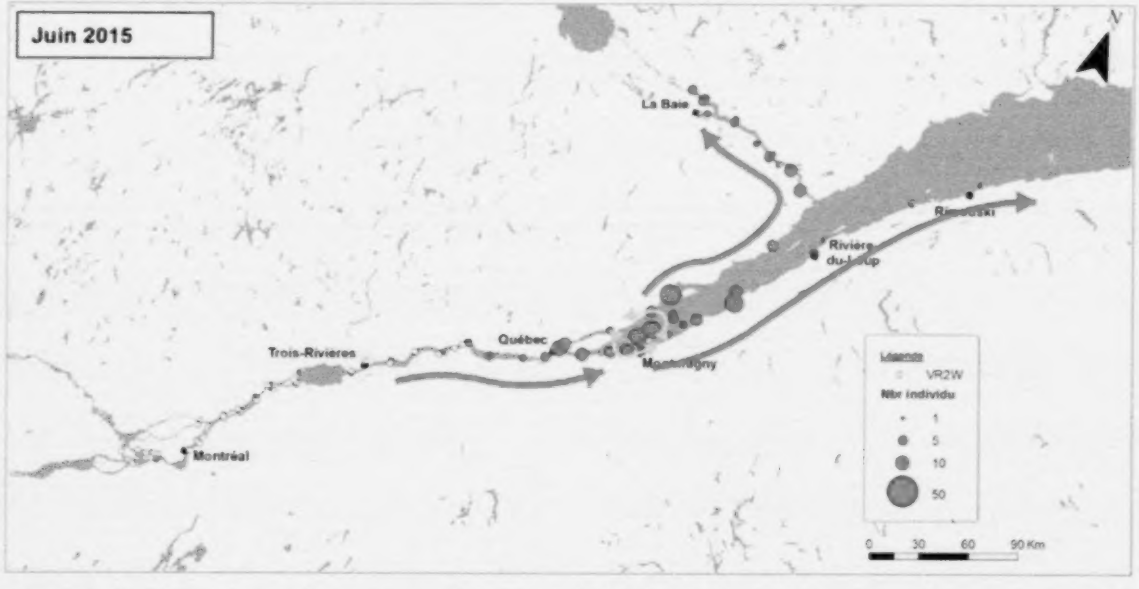


Figure 13 : Répartition des bars rayés adultes en juin 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte), vers l'estuaire moyen, l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (flèche rouge).

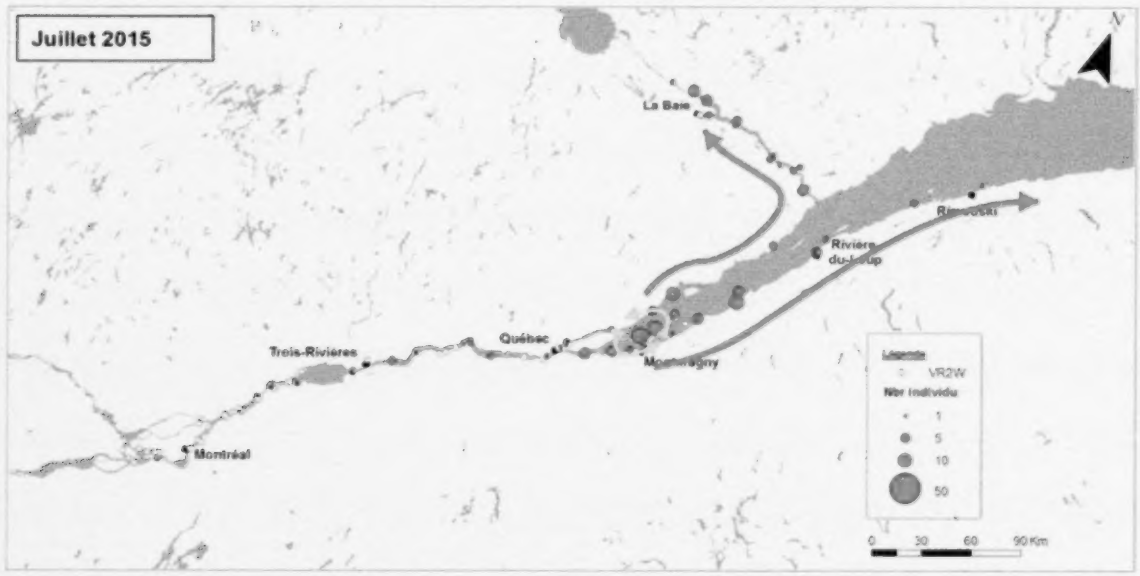


Figure 14 : Répartition des bars rayés adultes en juillet 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte) et vers l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (flèche rouge).

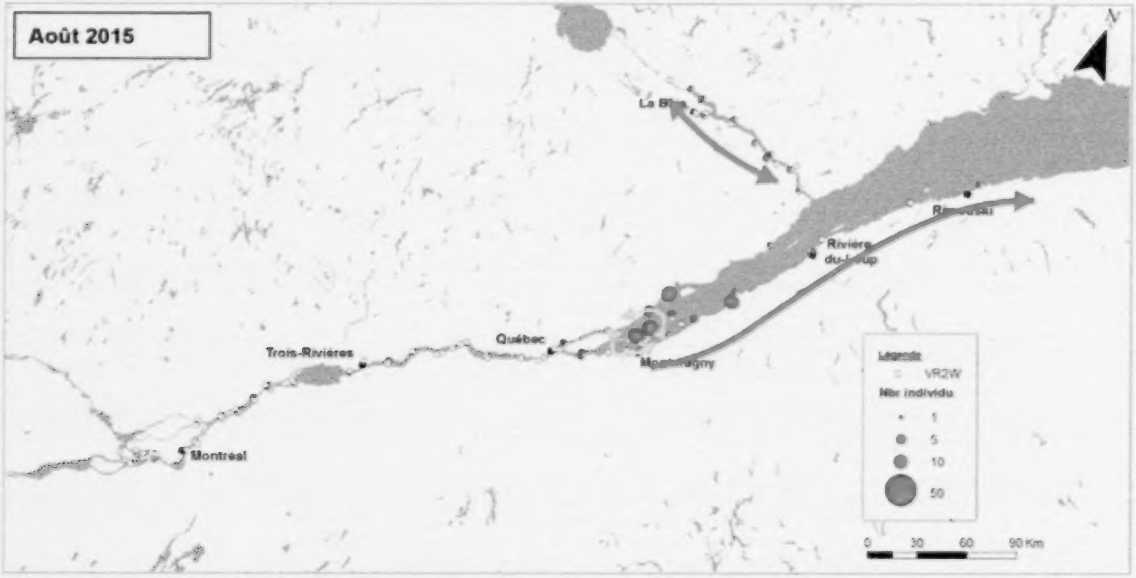


Figure 15 : Répartition des bars rayés adultes en août 2015 et mouvements de dispersion dans l'estuaire moyen (flèche verte) et vers l'estuaire maritime et la rivière Saguenay (flèche rouge).

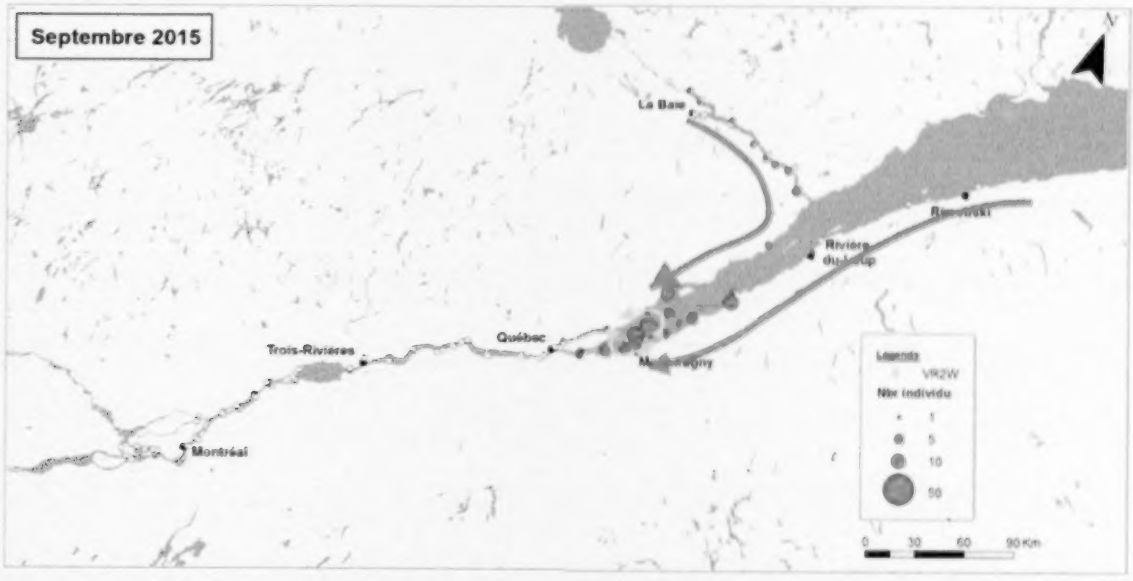


Figure 16 : Répartition des bars rayés adultes en septembre 2015 et retour généralisé des individus vers l'estuaire moyen.

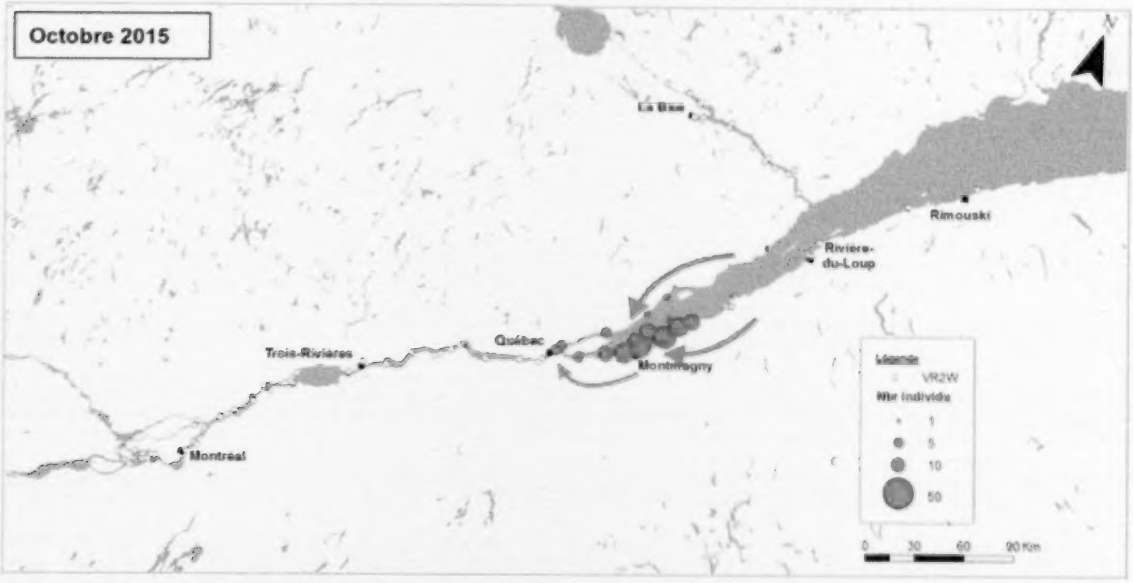


Figure 17 : Répartition des bars rayés adultes en octobre 2015 et concentration vers les sites d'hivernage.

Aire de répartition, aires de concentration et aire de chevauchement

L'analyse des détections enregistrées à chaque station de 2011 à 2015 a permis de délimiter l'aire de répartition globale des bars rayés adultes de la population du fleuve Saint-Laurent, mais aussi d'identifier des aires de concentration où la présence des bars rayés est plus marquée. L'utilisation de plusieurs seuils de concentration a été utilisée afin de délimiter des

secteurs névralgiques pour la population de bars rayés du fleuve Saint-Laurent. Le seuil de 50 % a été choisi pour délimiter les secteurs les plus fréquentés par les bars rayés. Ce critère permet de regrouper les stations où au moins 50 % des individus ont été observés. Ainsi, un secteur d'importance particulière a été observé de part et d'autre de l'Isle-aux-Coudres (Figure 18). Un autre secteur d'importance a été identifié sur le côté sud du Saint-Laurent. Ce secteur débute en amont à la ville de Québec, suit le chenal des Grands Voiliers au sud de l'île d'Orléans, englobe les alentours de l'Isle-aux-Grues et se termine un peu en aval de Rivière Ouelle (Figure 18). À l'intérieur de ce secteur de concentration, trois sites se distinguent par une présence particulièrement importante des bars rayés, soit la baie de Beauport, l'embouchure de la rivière du Sud et la rivière Ouelle. L'utilisation de ces trois sites par les bars rayés est traitée en détail dans la section sur les sites de concentration des bars rayés adultes en période de reproduction.

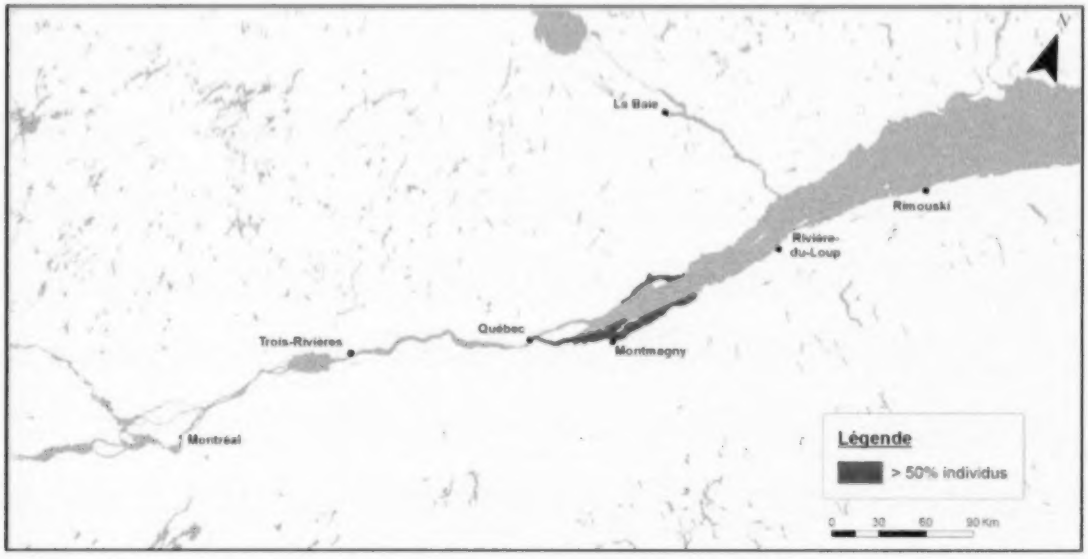


Figure 18 : Aire de concentration des bars rayés adultes regroupant les secteurs où au moins 50 % des individus marqués ont été observés dans le Saint-Laurent.

En assouplissant les seuils utilisés, les aires de concentration des bars rayés dans le système du Saint-Laurent couvrent un plus grand territoire. Ainsi, à un seuil de 30 % d'utilisation, l'aire de répartition s'étend de Portneuf en amont, jusqu'à Rivière Ouelle en aval, sur la rive sud, et jusqu'en aval de l'Isle-aux-Coudres sur la rive nord (Figure 19). À un seuil de 10 %, l'aire de répartition s'étend de Gentilly en amont, à Rivière Ouelle sur la rive sud et jusqu'en amont du Saguenay sur la rive nord (Figure 19). Le seuil de 10 % a été choisi pour représenter l'aire de répartition de la population.

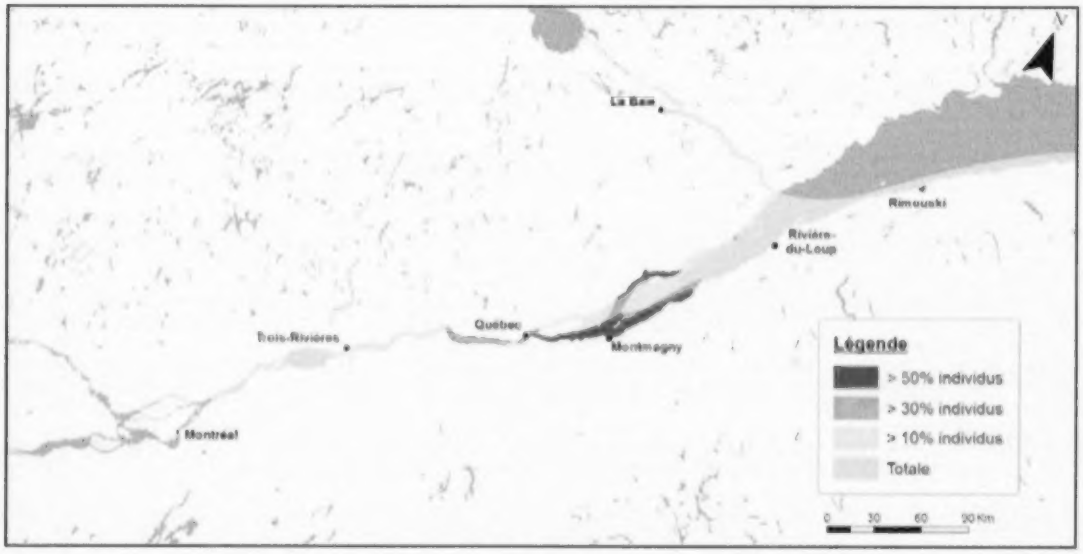


Figure 19 : Aire de répartition des bars rayés adultes dans le Saint-Laurent et ses principaux tributaires et aires de concentration générales des individus en fonction de différents pourcentages de bars rayés détectés.

Même si l'aire de répartition générale a été délimitée par un seuil d'utilisation minimale de 10 % des individus, l'aire de répartition totale s'étend au-delà de ces limites. L'aire de répartition totale a été délimitée en incluant toutes les stations avec une présence d'au moins un individu. L'aire de répartition totale est délimitée en amont par les îles de Verchères (Figure 20). Dans la partie aval, le bar rayé s'observe sur la rive nord jusqu'en amont de la rivière Saguenay. La délimitation de l'aire de répartition aval sur la rive nord est toutefois imprécise puisqu'aucun récepteur n'y a été installé au-delà de la rivière Saguenay.

Du côté de la rive sud du Saint-Laurent, le réseau de récepteurs déployés en Gaspésie et au Nouveau-Brunswick a montré que certains bars rayés marqués dans le fleuve Saint-Laurent se sont déplacés jusque dans la rivière Miramichi au Nouveau-Brunswick (Figure 21). Ceci indique que certains individus de la population du fleuve Saint-Laurent sont observés dans l'aire de répartition d'une autre population de bar rayé, soit celle du sud du golfe du Saint-Laurent. En effet, la population du sud du golfe du Saint-Laurent est connue pour occuper un territoire délimité au nord par le Cap Gaspé et au sud par le Cap Breton. Bien que la plupart des individus de la population du sud du golfe du Saint-Laurent soient effectivement observés à l'intérieur des limites de ce territoire, il est intéressant de noter la présence de quelques individus de cette population dans le fleuve Saint-Laurent, jusque dans les secteurs de Rivière Ouelle et de l'Isle-aux-Coudres (Figure 22). Ces résultats indiquent qu'il existe un certain chevauchement de répartition entre la population du fleuve Saint-Laurent et la population du sud du golfe du Saint-Laurent.

Il est difficile de délimiter avec précision la zone de chevauchement entre les deux populations et encore plus de caractériser le niveau d'utilisation de ce territoire par chacune des populations. Pour le moment, la zone de chevauchement a été identifiée comme le territoire séparant les zones de concentration connues pour chacune des populations à un seuil de 10 % de présence des bars rayés marqués. Ainsi, la zone de chevauchement est délimitée en amont du Saint-Laurent par la ville de Rivière-du-Loup et en aval par le côté nord de Cap Gaspé (Figure 23).

Figure 20 : Aire de répartition totale des bars rayés adultes de la population du fleuve Saint-Laurent et aires de concentration des individus pour différents seuils de présence.

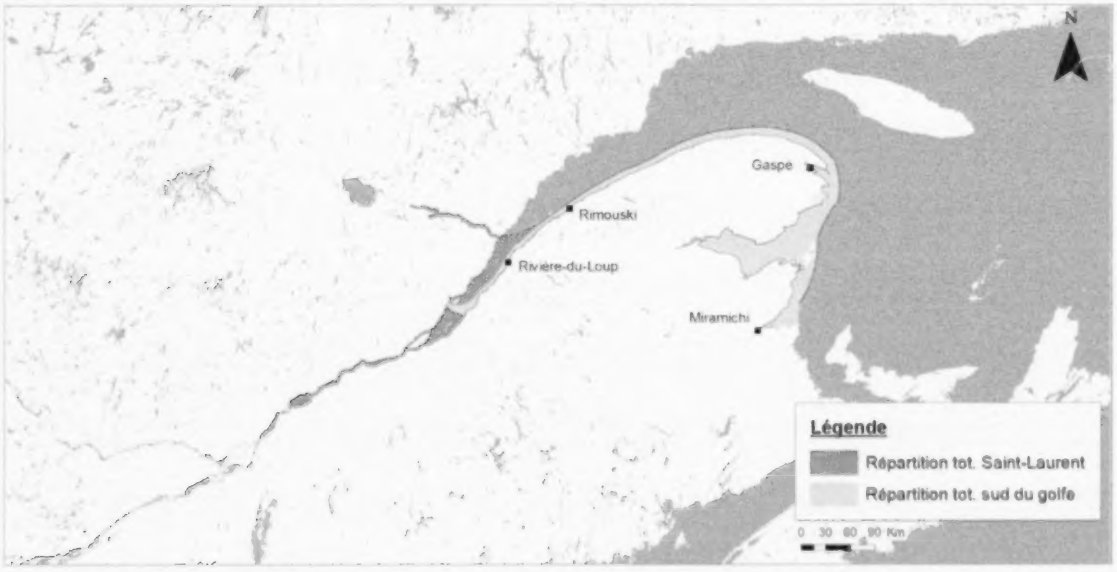


Figure 21 : Aires de répartition totale des bars rayés de la population du fleuve Saint-Laurent (rouge) et de la population du sud du golfe Saint-Laurent (vert) telles qu'observées par télémétrie hydroacoustique.

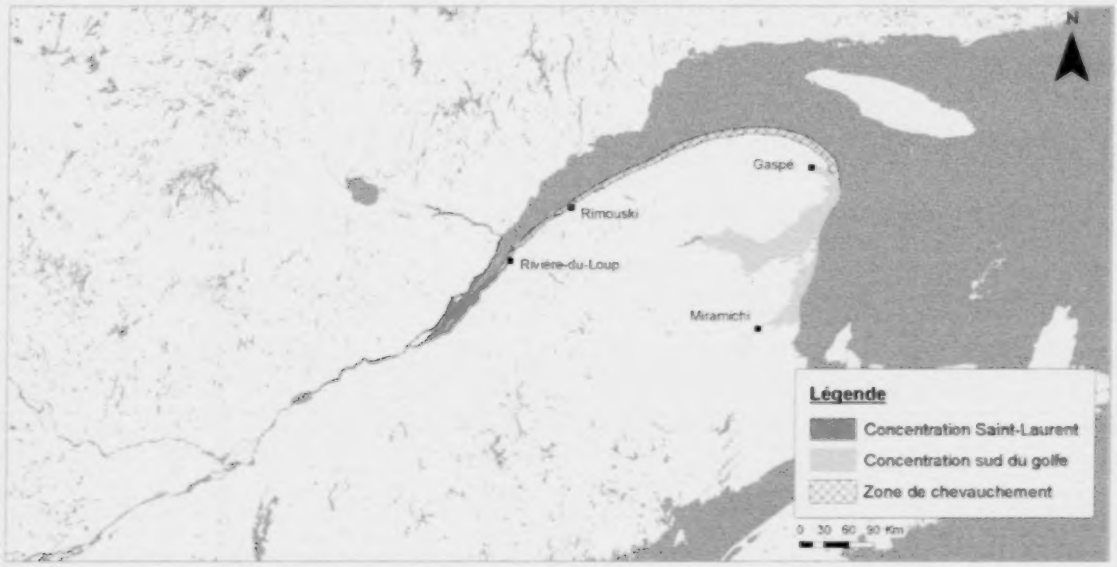


Figure 22 : Aires de répartition des bars rayés de la population du fleuve Saint-Laurent (rouge), de la population du sud du golfe Saint-Laurent (vert) et de la zone de chevauchement des deux populations (gris barré).

Mobilité et contingents migratoires

L'analyse des parcours individuels dans le système du Saint-Laurent révèle que les bars rayés peuvent parcourir des dizaines de kilomètres en une seule journée. En effet, en période d'eau libre, 65 % des individus se déplacent sur plus de 100 km linéaire, alors que 50 % des individus se déplacent sur plus de 140 km linéaire (Figure 23).

L'étendue maximale du territoire occupé par les bars rayés dans le fleuve Saint-Laurent présente une distribution bimodale. Ceci suggère que la population du fleuve Saint-Laurent serait composée minimalement de deux groupes utilisant le territoire de façon différente, soit un groupe à déplacements plus restreints et un groupe à déplacements plus extensifs. Ceci est cohérent avec la biologie de l'espèce, alors que plusieurs populations de bar rayé de la côte est américaine présente un comportement de migration partielle (Secor *et al.* 2001, Wingate *et al.* 2011, Gahagan *et al.* 2015). La migration partielle est la coexistence au sein d'une même population de groupes d'individus présentant des patrons de migration communs vers des lieux de reproduction, d'alimentation et d'hivernage (Chapman *et al.* 2012). Ces groupes sont nommés « contingents migratoires ». En général, l'appartenance à un groupe par un individu est stable dans le temps.

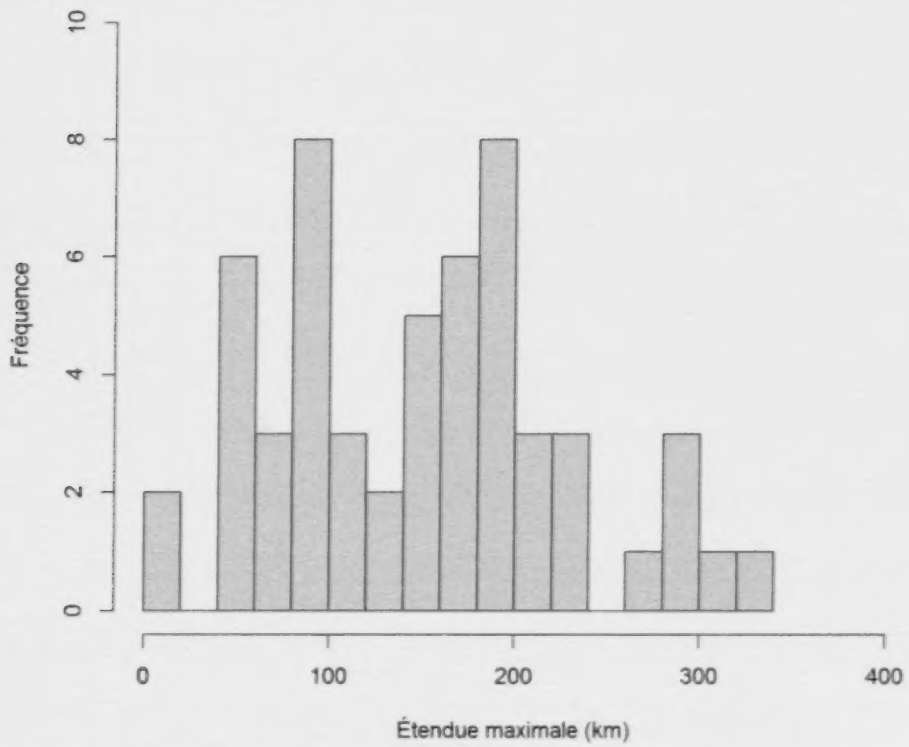


Figure 23 : Distribution de l'étendue maximale (km) du territoire individuel occupé par les bars rayés adultes dans le fleuve Saint-Laurent.

Pour le moment, aucune analyse n'a été menée sur la population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent permettant d'identifier formellement des contingents migratoires. Néanmoins, la visualisation des parcours de chaque individu dans le système du Saint-Laurent et la distribution de l'étendue du territoire utilisé laissent présager la présence d'au moins deux contingents, soit un contingent résident et un contingent migrateur. Le contingent résident se rencontrerait dans l'estuaire moyen tout au long de l'année où les individus y accompliraient l'ensemble de leurs activités (Figure 24). Le contingent migratoire est quant à lui beaucoup plus difficile à définir, car on observe une grande variabilité dans les patrons de migrations. Certains individus effectuent des migrations vers l'amont au printemps seulement, puis retournent dans l'estuaire moyen où ils y demeurent jusqu'au printemps suivant (Figure 25). D'autres individus migrateurs sont présents dans l'estuaire moyen à l'hiver et au printemps, puis se dirigent en été vers des secteurs aval tels la rivière Saguenay (Figure 26) ou la rivière Ouelle (Figure 27). Selon toute vraisemblance, ces secteurs seraient utilisés pour l'alimentation. Malgré la présence apparente de contingents migratoires distincts dans la population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent, des analyses de contingents rigoureuses devront être menées pour les identifier convenablement.

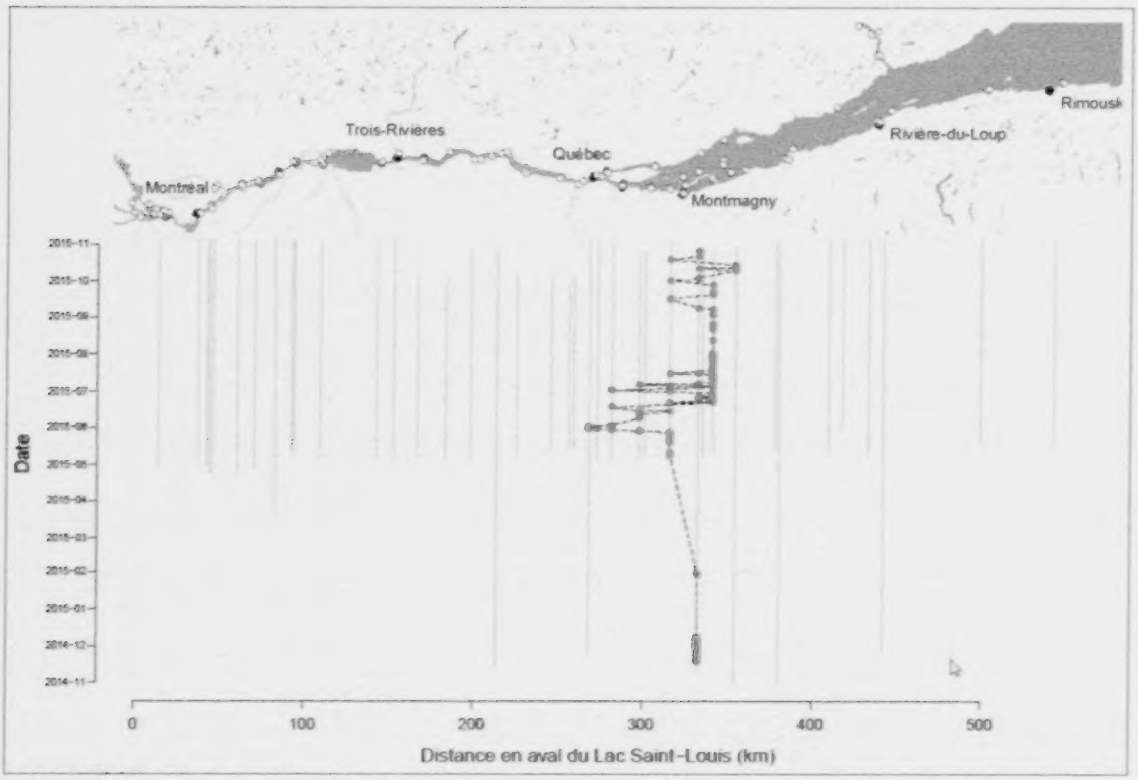


Figure 24 : Exemple de contingent migratoire résident. Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé résident. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs.

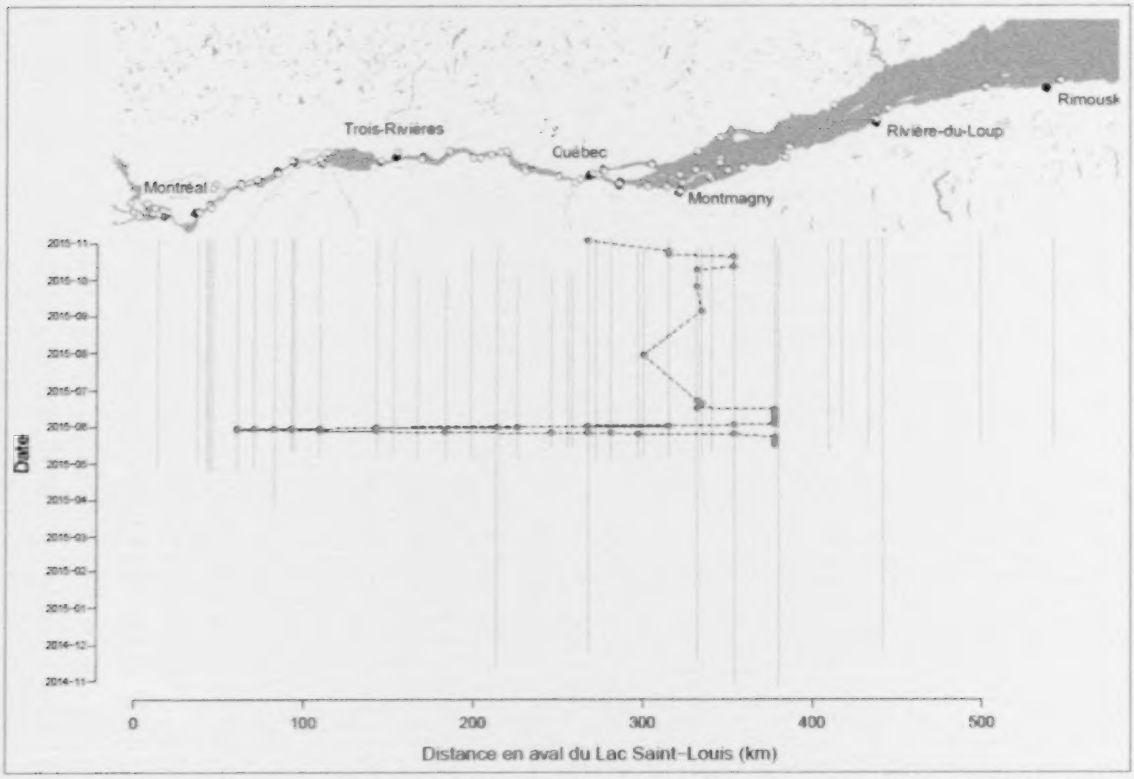


Figure 25 : Exemple de contingent migratoire migrateur saisonnier de printemps. Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé migrateur de printemps. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs.

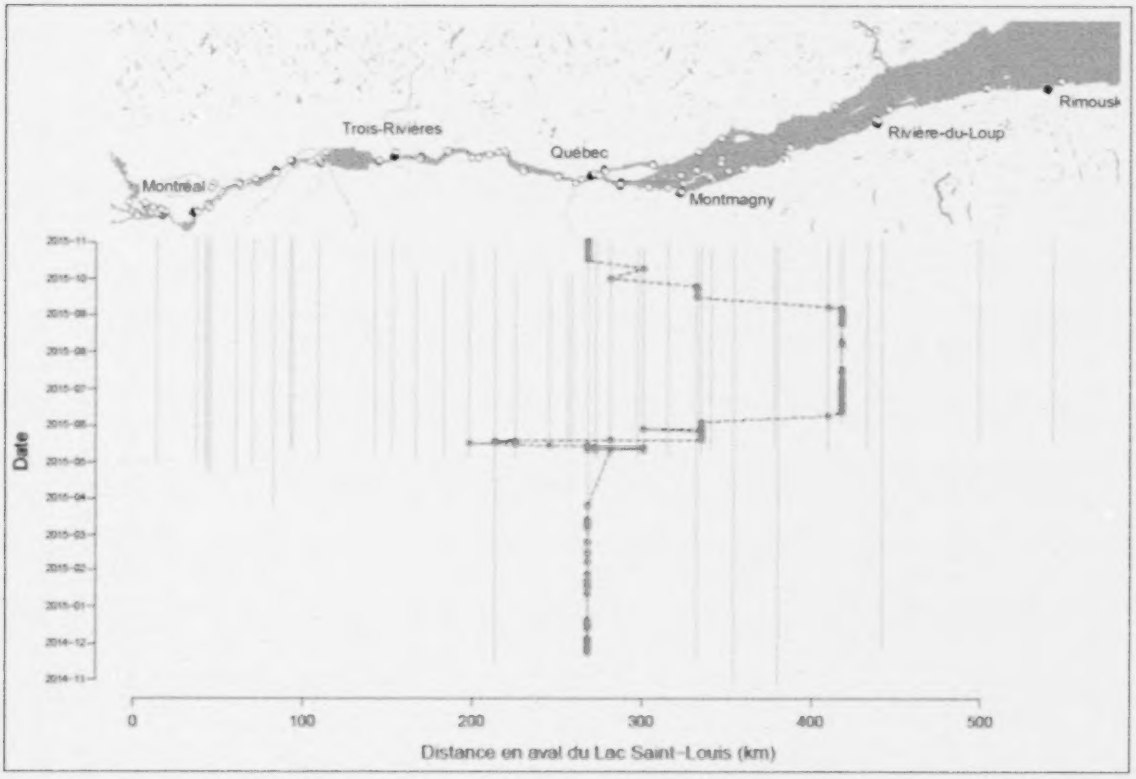


Figure 26 : Exemple de contingent migratoire migrateur saisonnier au Saguenay Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé migrateur saisonnier à la rivière Saguenay. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs.

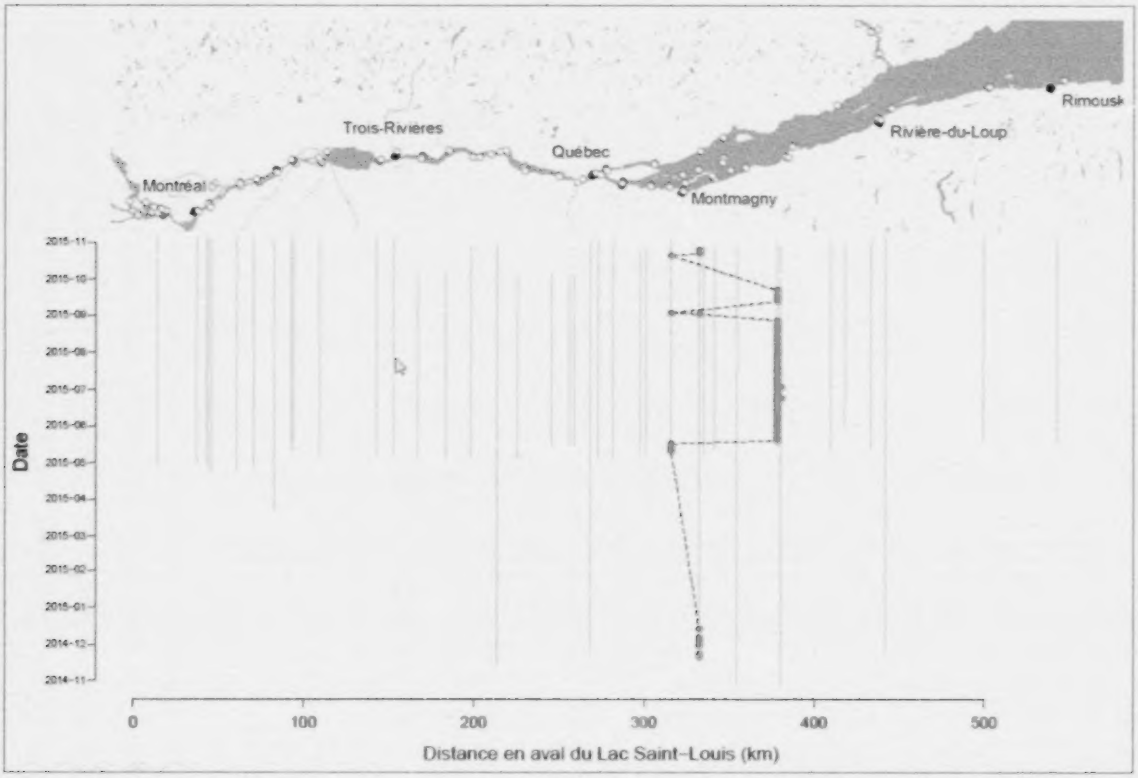


Figure 27 : Exemple de contingent migratoire migrateur saisonnier à rivière Ouelle .Carte générale de la position des récepteurs dans le fleuve Saint-Laurent en 2015, chaque point jaune représentant un récepteur (haut) et graphique du patron de déplacement d'un bar rayé migrateur saisonnier à la rivière Ouelle. L'axe des ordonnées indique le temps écoulé. L'axe des abscisses représente la distance linéaire du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-Louis. Les lignes verticales grises représentent l'emplacement et la période de déploiement des récepteurs de chaque secteur du fleuve couvert. Les points rouges représentent la détection de l'individu par les récepteurs des différents secteurs. Les lignes pointillées entre les points rouges représentent les déplacements de l'individu entre les secteurs.

SITES DE CONCENTRATION DES BARS RAYÉS ADULTES EN PÉRIODE DE REPRODUCTION

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les bars rayés de la population du fleuve Saint-Laurent sont matures sexuellement entre trois et cinq ans. Chez cette espèce, les adultes fraient au printemps en eau douce, généralement dans la partie amont des rivières ou à la limite des eaux à marée (Scott et Crossman 1974) La survie des œufs semi-pélagiques est favorisée par un taux élevé d'oxygène dissout et un courant modéré (Cooper et Polgar 1981). Chez la population du fleuve Saint-Laurent, les sites de fraie de la population historique demeurent inconnus, mais certaines observations suggéraient que l'espèce frayait dans le secteur du lac Saint-Pierre (Robitaille 2010). En 2011, la capture d'œufs et de larves de bar rayé dans l'embouchure de la rivière du Sud a permis d'identifier cette rivière comme premier site de fraie (Côté 2012).

Les connaissances fragmentaires sur les sites de fraie utilisés et le déroulement de la reproduction ont été identifiées comme limitantes dans l'identification et la désignation d'habitats essentiels pour l'espèce (Robitaille *et al.* 2011). Un projet d'identification des sites de concentration des individus adultes en période de reproduction a donc été mis sur pied pour pallier à ces lacunes dans les connaissances.

Ce projet, toujours en cours, a pour objectifs de :

- identifier les aires de concentration des bars rayés adultes en période de fraie;
- délimiter les aires de concentration;
- déterminer la séquence temporelle d'utilisation des sites;
- valider la présence d'un site de fraie.

MÉTHODE

Afin d'identifier des aires de concentration utilisées par les individus matures en période de reproduction, 14 sites situés dans les embouchures de rivière ou des secteurs du fleuve situés entre Rivière-du-Loup et Bécancour ont été échantillonnés entre 2010 et 2015 (Tableau 2). Les sites investigués ont été choisis parce qu'ils avaient été identifiés comme étant propices à la reproduction du bar rayé en fonction des conditions abiotiques ou parce que des concentrations d'individus matures y avaient été rapportés par les pêcheurs sportifs ou commerciaux au printemps.

Différents engins de capture ont été utilisés, dont principalement des filets maillants, afin d'effectuer la capture d'individus matures (Tableau 3). Pour maximiser la probabilité de survie des individus capturés selon le site de captures, les engins de pêche étaient laissés à l'eau pour une période de 20 à 45 minutes avant d'être relevés. Le nombre de levées d'un même filet au cours d'une même sortie, de même que le nombre de filets utilisés simultanément varie entre les sorties et le site d'échantillonnage. Dans le cas où le marquage d'individus matures devait être fait pour les activités de télémétrie, l'effort déployé à un même site était interrompu lorsque l'objectif de marquage pour ce site était atteint. Tous les sites pêchés étaient situés dans la zone soumise aux marées. Ainsi, à tous les sites, l'effort d'échantillonnage débutait deux à trois heures après le début de la marée montante et se terminait deux à trois heures après le début de la marée baissante.

Tableau 2 : Effort d'échantillonnage déployé entre 2011 et 2015 lors de la prospection de sites de fraie utilisé par le bar rayé, capture de bar rayé et capture par unité d'effort.

Secteur	Effort de pêche			Nb capture	CPUE*
	année	sortie	heure		
Bécancour	2014	1	4	0	0,0
Cap-Rouge	2013	1	10,3	0	0,0
Cap-Santé	2014	1	23,3	1	0,0
Etchemin	2013-14	2	34,1	0	0,0
Riv. du Chêne	2014	3	117,4	18	0,2
Riv. du Loup	2014	2	1,2	7	5,9
Riv. du Sud	2011-2015	31	612,8	284	0,5
Riv. Jacques-Cartier	2014	1	18,3	0	0,0
Lévis	2014-15	2	27,3	1	0,0
Riv. Ouelle	2013-15	19	29,0	257	8,9
Port de Québec	2014-15	20	391,2	299	0,8
Riv. Saint-Charles	2013-14	3	62,3	1	0,0
Riv. Saint-Maurice	2014	2	30	0	0,0
Sillery	2014	1	28,0	1	0,0
Total		**87**	**1357,2**	**868**	**0,6**

*CPUE : Capture par unité d'effort : Nombre de capture par heure de pêche

Afin d'obtenir des estimés comparables entre les différentes journées d'échantillonnage et de pouvoir quantifier avec précision l'occurrence des bars rayés fréquentant le secteur portuaire de Québec, un échantillonnage standardisé a été réalisé dans ce secteur en 2015. Pour maximiser les probabilités de capture d'individus matures, des filets maillant monofilament mesurant 30,5 m de longueur et 1,82 m de hauteur et dont la grandeur de maille étirée est de 101,6 mm et de 127 mm ont été utilisés. Cinq filets ont été utilisés à chaque sortie : deux filets ayant des mailles de 101,6 mm et trois dont les mailles étirées avaient 127 mm. Les filets étaient posés simultanément, en faisant alterner la grosseur des mailles, et étaient relevés aux 45 minutes. Un total de cinq levées par jour d'échantillonnage était effectué. Les mêmes stations situées à l'extrémité aval du port de Québec ont été échantillonnées à chacune des sorties (Figure 28). Ce secteur a été privilégié étant donné qu'un seul bar rayé avait été capturé dans la baie de Beauport et dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles malgré l'effort d'échantillonnage fait dans ces secteurs en 2014.

Tableau 3 : Type d'engins de pêche, longueur des mailles étirées (mm) et longueurs totales des filets (m) entre parenthèses utilisés afin de capturer des bars rayés lors de la période de reproduction dans l'estuaire du Saint-Laurent entre 2011 et 2015.

secteur	année	Filet monofilamment				Filet multifilamment		Filets expérimentaux (Service de la Faune aquatique 2011)			canne à pêche	trappe Alaska
		76,2 (30,48)	101,6 (30,48)	127 (30,48)	142,24 (45,72)	127 (36,58)	203,2 (36,58)	éperlan	Omble de fontaine	touladi		
Bécancour	2014											
Cap-Rouge	2013			x		x	x					
Cap-Santé	2014		x	x	x	x						
Lévis	2014		x	x	x	x						
Riv. du Chêne	2014		x	x	x	x		x				
Riv. du Loup	2014		x	x								
Riv. du Sud	2011-15	x	x	x	x	x	x	x		x		
Riv. Etchemin	2013-14		x	x	x	x	x	x				
Riv. Jacques-Cartier	2014		x	x	x	x		x				
Riv. Ouelle	2013-15		x	x					x		x	x
Riv. Saint-Charles	2013		x	x		x						
Riv. Saint-Maurice	2014											
Port de Québec	2014		x	x	x	x		x		x		
Sillery	2014		x	x		x		x				

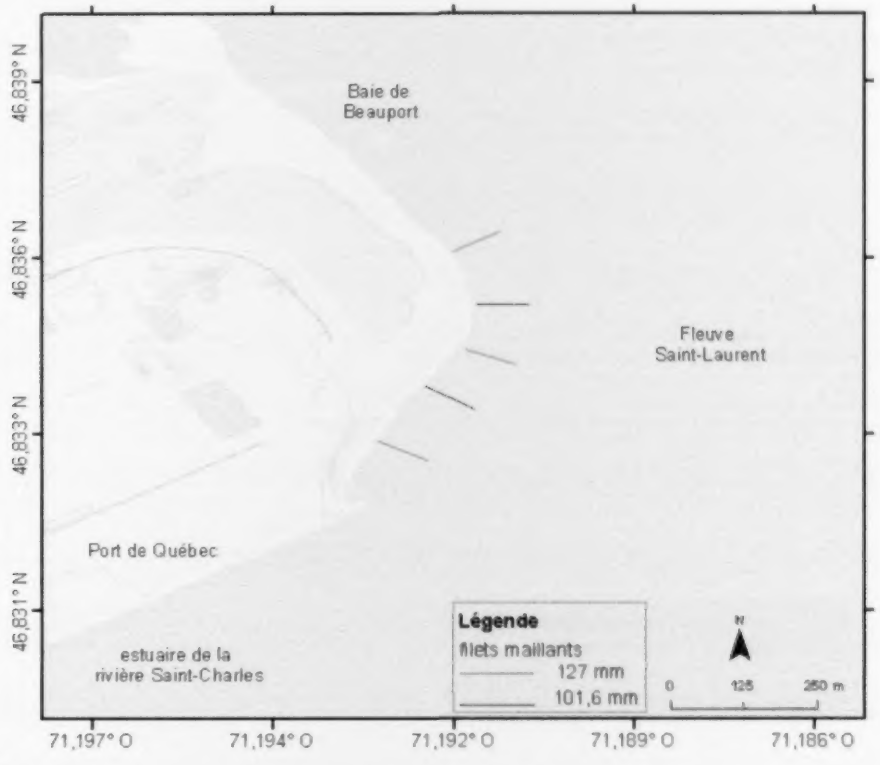


Figure 28 : Localisation des stations échantillonnées lors de la prospection des concentrations de bar rayé dans le secteur portuaire de Québec en mai et juin 2015.

Le nombre de bars rayés capturés à un site a été divisé par le nombre d'heure d'échantillonnage effectué à ce même site. Ce ratio du nombre de capture par unité d'effort a été utilisé afin de comparer le succès de pêche obtenu entre les sites et identifier les aires de concentration dans les secteurs étudiés.

RÉSULTATS

Entre 2011 et 2015, 1 389 heures d'échantillonnage ont été réalisées au cours de 89 sorties entre le 30 avril et le 30 juin, réparties entre 14 sites d'échantillonnage. La majorité des pêches ont été exécutées de la mi-mai à la mi-juin. L'embouchure de la rivière du Sud, le secteur portuaire de Québec de même que l'embouchure de la rivière du Chêne sont, respectivement, les trois secteurs où l'effort d'échantillonnage déployé a été le plus important (Tableau 2). Le nombre d'individus capturés est plus élevé au Port de Québec, à l'embouchure de la rivière du Sud et à la rivière Ouelle. Le nombre d'individus capturés par unité d'effort est toutefois plus important à rivière Ouelle, rivière du Loup de même que dans le secteur portuaire de Québec.

Suivi de la présence des adultes : filet maillant

L'analyse du nombre d'individus capturés à rivière du Sud en 2011 et 2014, dans le secteur portuaire de Québec en 2014 et 2015 de même qu'à rivière Ouelle en 2014 indique que le nombre de captures augmente avec la température de l'eau, puis diminue lorsque celle-ci dépasse 18°C (Figure 29a à e). Peu ou aucun spécimen n'a été capturé à ces sites après l'atteinte de cette température seuil, à l'exception de rivière Ouelle où le nombre de captures est

demeuré élevé. La proportion d'individus pour lesquels de la laitance peut être extraite est plus importante lorsque la température de l'eau se situe entre 13 et 18°C. En tenant compte seulement des individus ayant été capturés lors de la période propice à la reproduction, la proportion de mâle ayant été identifié par compression abdominale est plus basse à rivière Ouelle (0,01 %) qu'au bassin de la rivière du Sud (37,0 %), dans le port de Québec (63,2 %) et à Leclerville (38,9 %).

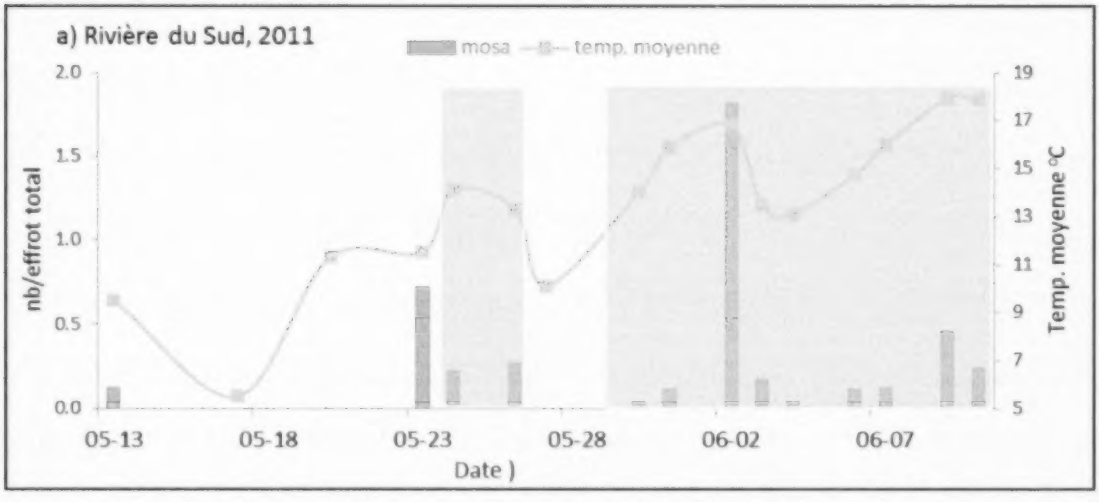


Figure 29 : Séquence temporelle du nombre de bars rayés capturé par heure d'échantillonnage lors de la prospection d'individus matures effectuée dans le bassin de la rivière du Sud en 2011. La partie ombragée représente la période à laquelle la température de l'eau est optimale pour la reproduction de l'espèce. Mosa = Morone saxatilis = bar rayé.

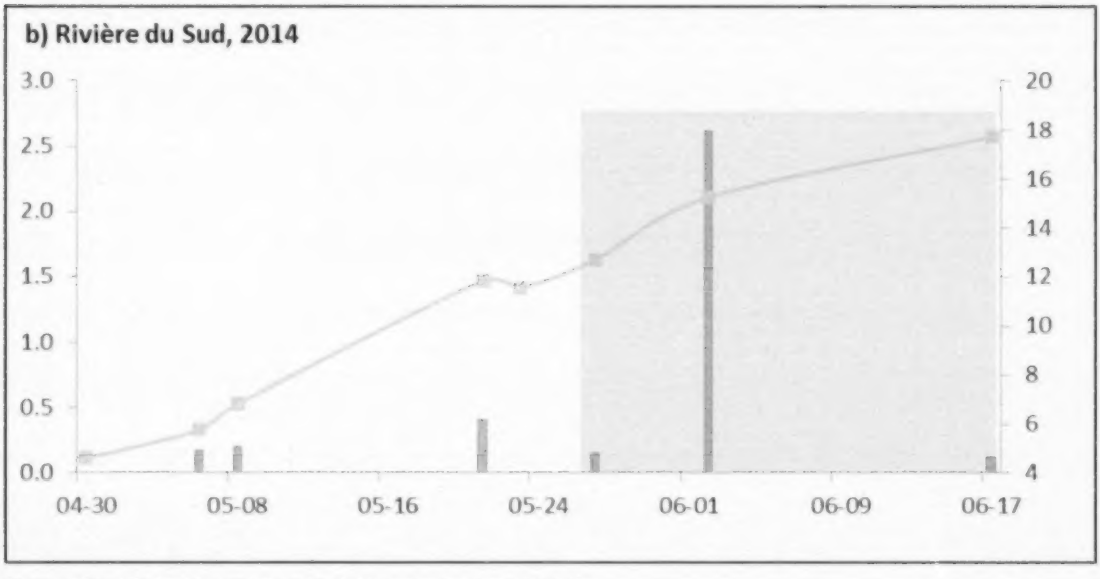


Figure 29 : Suite (bassin de la rivière du Sud en 2014)

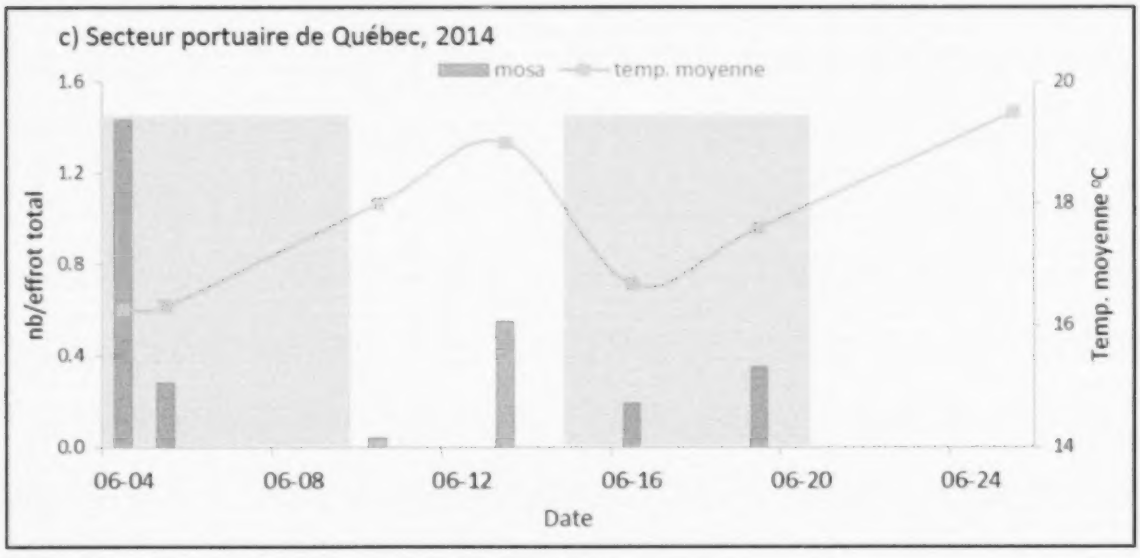


Figure 29 : Suite (Secteur portuaire de Québec en 2014)

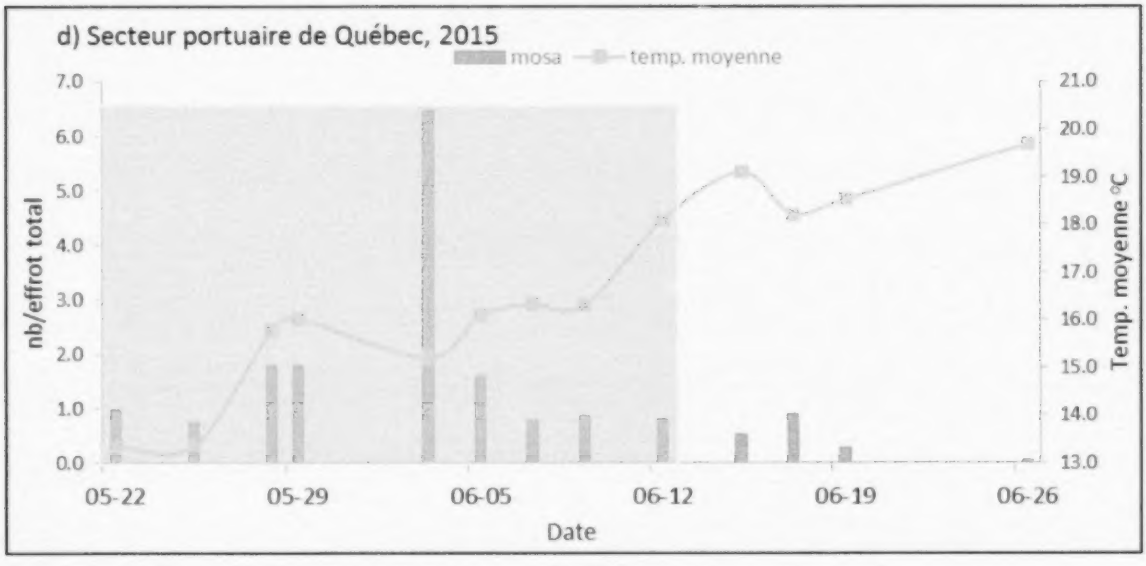


Figure 29 : Suite (Secteur portuaire de Québec en 2015)

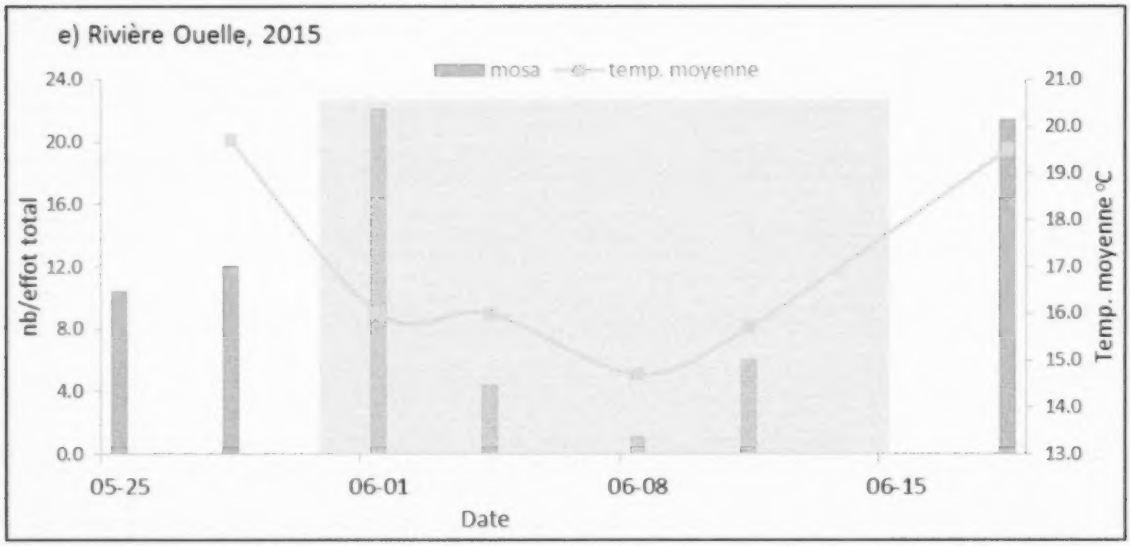


Figure 29 : Suite (Rivière Ouelle en 2015)

Suivi de la présence des adultes : télémétrie

L'analyse des détections télémétriques de même que la composition des individus capturés ont permis de mettre en évidence deux types de profils d'utilisation des secteurs à l'étude suggérant que ces secteurs sont fréquentés par les bar rayés pour différentes raisons. Durant la période au cours de laquelle la température est propice à la reproduction, tous les individus détectés uniquement dans l'embouchure de la rivière du Sud et dans le secteur du Port de Québec sont restés fidèles au secteur dans lequel ils ont été respectivement détectés (Figure 30). Les mâles séjournent aussi plus longtemps que les femelles dans ces mêmes secteurs. Aucun bar rayé n'a été détecté dans ces deux secteurs dans les semaines suivant la fin de la période de fraie (Figure 31b et c).

Les comportements observés à rivière Ouelle sont différents. Durant la période au cours de laquelle la température est propice à la reproduction, la moitié des bars rayés détectés dans ce secteur a aussi été détectée à l'embouchure de la rivière du Sud ou dans le secteur du Port de Québec au cours de cette même période. De plus, la totalité des poissons détectés à la rivière Ouelle pendant la période de fraie y ont aussi été détectés dans les semaines ou mois suivant celle-ci (Figure 31a). Contrairement à ce qui est observé dans les autres secteurs, aucun mâle marqué n'a été détecté dans l'embouchure de la rivière Ouelle lors de la période de reproduction. La proportion de mâle détectée dans ce même secteur augmente durant la période post-fraie dû à l'observation de trois individus, dont deux ayant été observés dans le secteur du Port de Québec et à la rivière du Sud durant la fraie.

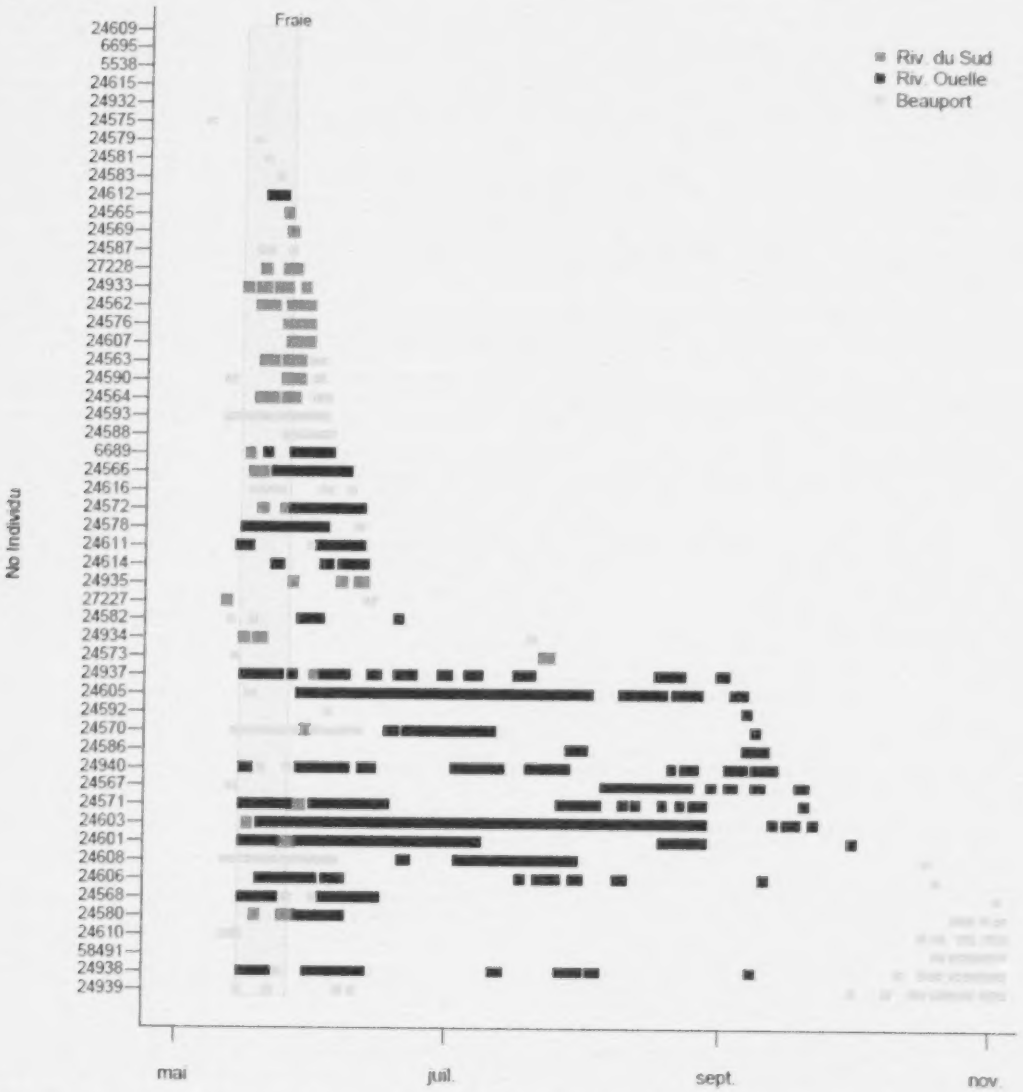
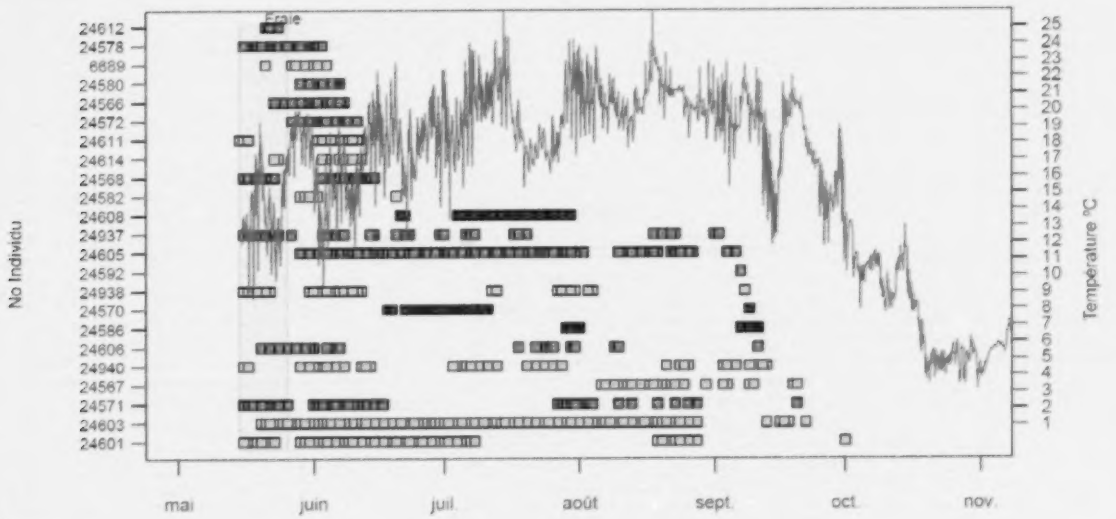
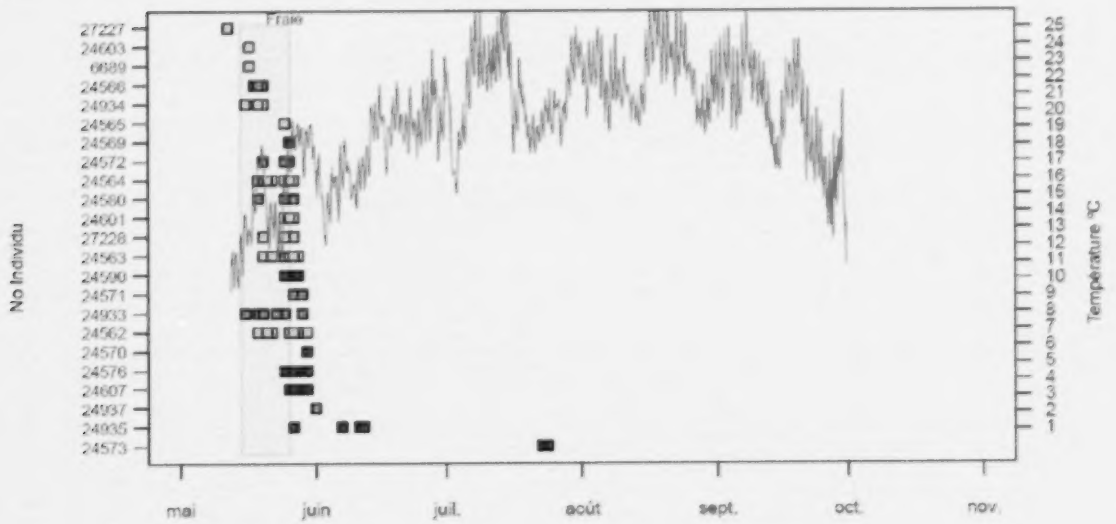


Figure 30 : Détection entre mai et novembre 2015 de bar rayés munis d'émetteur hydroacoustiques passifs dans le secteur portuaire de Québec (vert), du bassin de la rivière du Sud (rouge) et de l'embouchure de la rivière Ouelle (bleu). La période identifiée en jaune représente la période de fraie potentielle identifiée en fonction de la température de l'eau.

a)


Frayle
No Individu
Température °C
mai
juin
juil.
août
sept.
oct.
nov.

b)


Frayle
No Individu
Température °C
mai
juin
juil.
août
sept.
oct.
nov.

c)

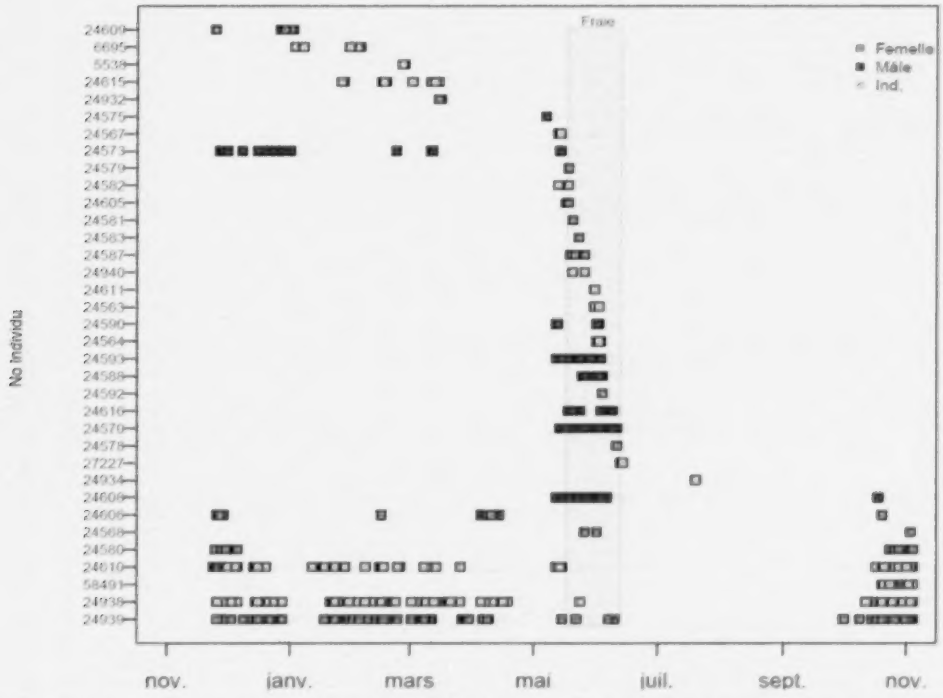


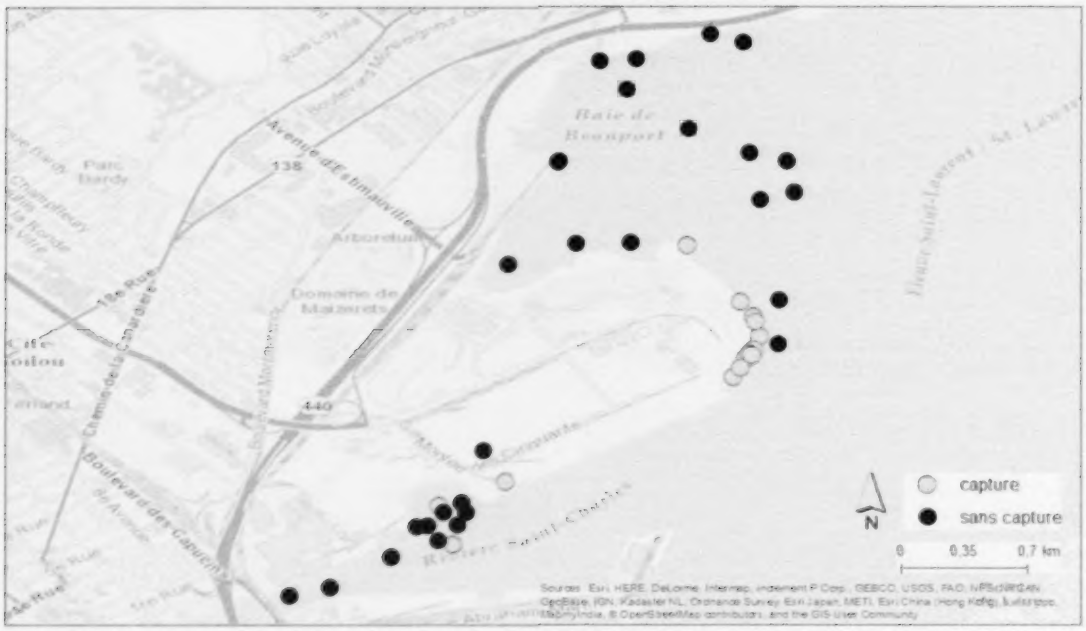
Figure 31 : Bar rayés suivis par télémétrie hydroacoustique détectés dans a) l'embouchure de la rivière Ouelle et b) le bassin de la rivière du Sud entre mai et novembre 2015 de même que c) dans le secteur du Port de Québec entre novembre 2014 et novembre 2015. La période identifiée en jaune représente la période de fraie potentielle en fonction de la température de l'eau illustrée par la courbe grise sur les figures a et b.

Délimitation des zones d'utilisation intensives

Secteur portuaire de Québec

À l'exception d'un individu capturé dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles de même que de quelques individus capturés à l'extrémité nord de la plage de la baie de Beauport, la totalité des captures de bars rayés du secteur du port de Québec ont été réalisées dans le secteur de l'extrémité portuaire (Figure 32a). Bien que l'effort d'échantillonnage déployé dans ce secteur fut plus important que dans l'embouchure de la rivière Saint-Charles et de la baie de Beauport, le nombre de bars rayés capturés par unité d'effort a aussi été plus élevé dans ce secteur (1,6 bar rayé/ heure d'échantillonnage vs 0,2 bar rayé/heure d'échantillonnage) (Figure 32b) suggérant que les bars s'y concentrent.

a) Effort d'échantillonnage



b) Capture par unité d'effort

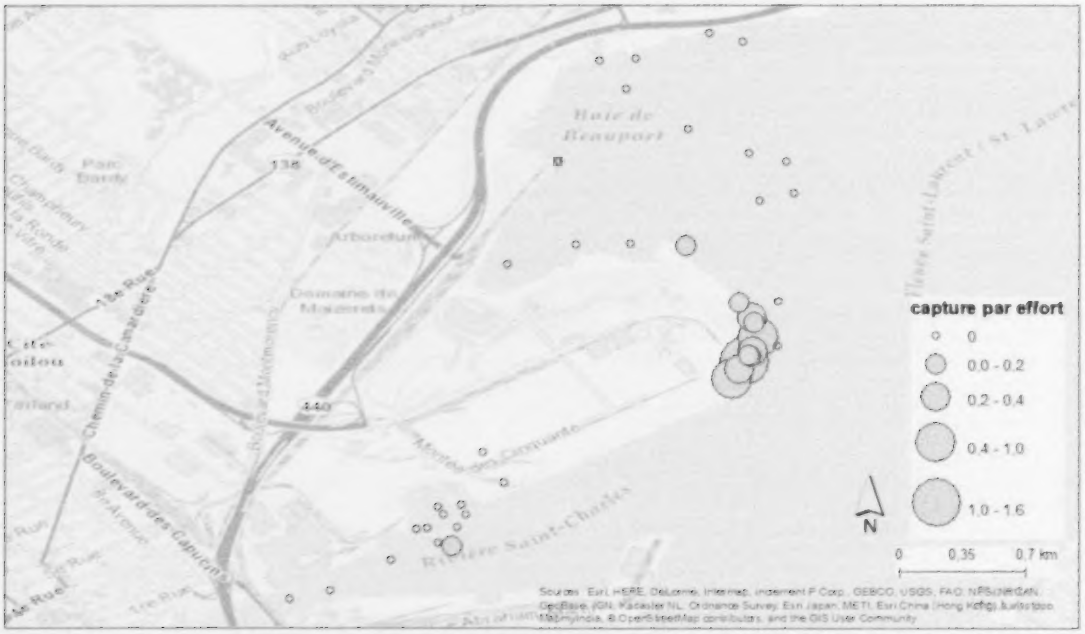


Figure 32 : a) Effort d'échantillonnage et b) captures par unité d'effort réalisées dans le secteur portuaire du Québec entre 2013 et 2015. Les stations en vert représentent les stations où des bars rayés ont été capturés alors que celles vides représentent les stations où aucune capture de bar rayé n'a été réalisée.

Rivière du Sud

Les captures de bars rayés dans le bassin de la rivière du Sud, entre 2011 et 2015, ont été principalement réalisées aux stations situées autour de la décharge de la rivière du Sud de même qu'à l'extrémité aval des chenaux. C'est aussi à ces mêmes endroits que le nombre de captures par unité d'effort a été le plus important (Figure 33b). Ces résultats suggèrent que les bars rayés utilisent les chenaux pour entrer dans le bassin à marée haute et qu'ils se concentrent dans le secteur situé au pied du barrage par lequel se déverse la rivière du Sud. Le bassin de la rivière du Sud est exondé ou présente un faible niveau d'eau à marée basse. Peu de captures y sont faites dans les premières heures suivant le début de la marée montante. Ce secteur semble donc être surtout fréquenté par le bar rayé lors des marées hautes.

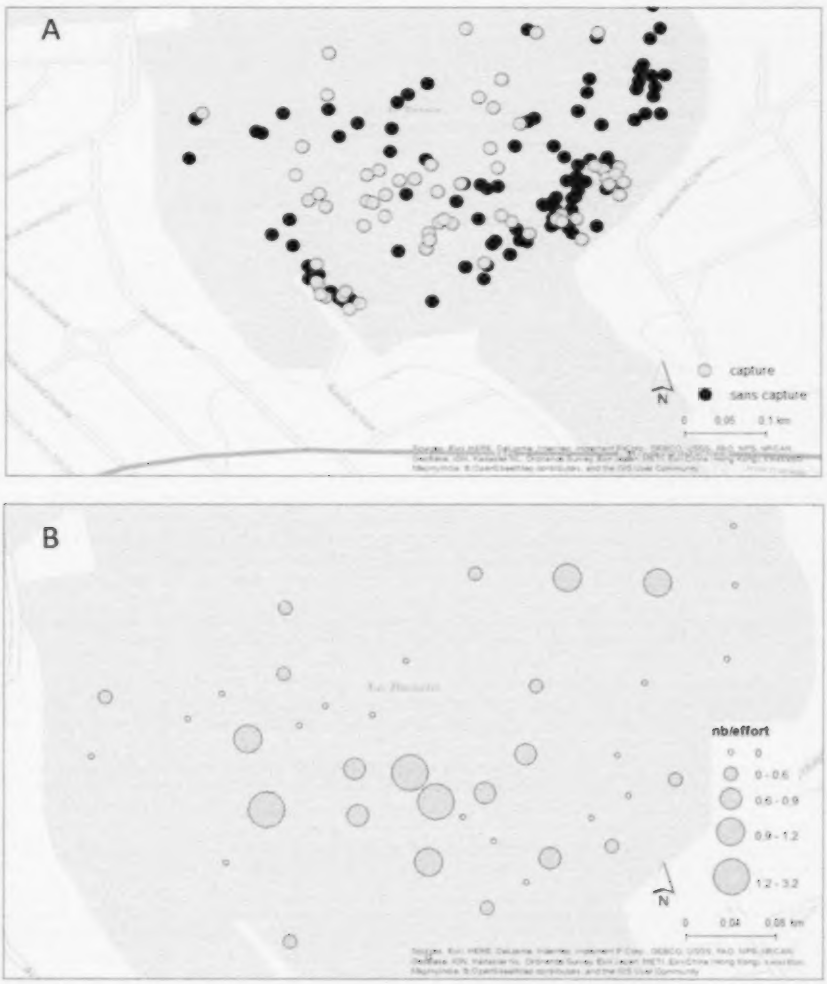


Figure 33 : a) Distribution de l'effort d'échantillonnage et b) captures par unité d'effort réalisées dans le bassin de la rivière du Sud entre 2011 et 2015. Les stations en vert représentent les stations où des bars rayés ont été capturés alors que celles vides représentent les stations où aucune capture de bar rayé n'a été réalisée.

Rivière Ouelle

En plus du suivi par télémétrie à stations fixes du fleuve Saint-Laurent et de ses principaux tributaires, un suivi par télémétrie à l'aide d'un appareil mobile a été réalisé en 2013 à la rivière Ouelle. Ce suivi a été réalisé à 26 stations distinctes de la portion aval de la rivière jusqu'à une distance de 13 km vers l'amont de l'embouchure. La présence de bars rayés a été enregistrée à partir de l'embouchure jusqu'à une distance de 11 km en amont de celle-ci. Un secteur ayant une abondance plus importante de bars rayés a été identifié entre 4,5 et 5,5 km de l'embouchure (Figure 34).

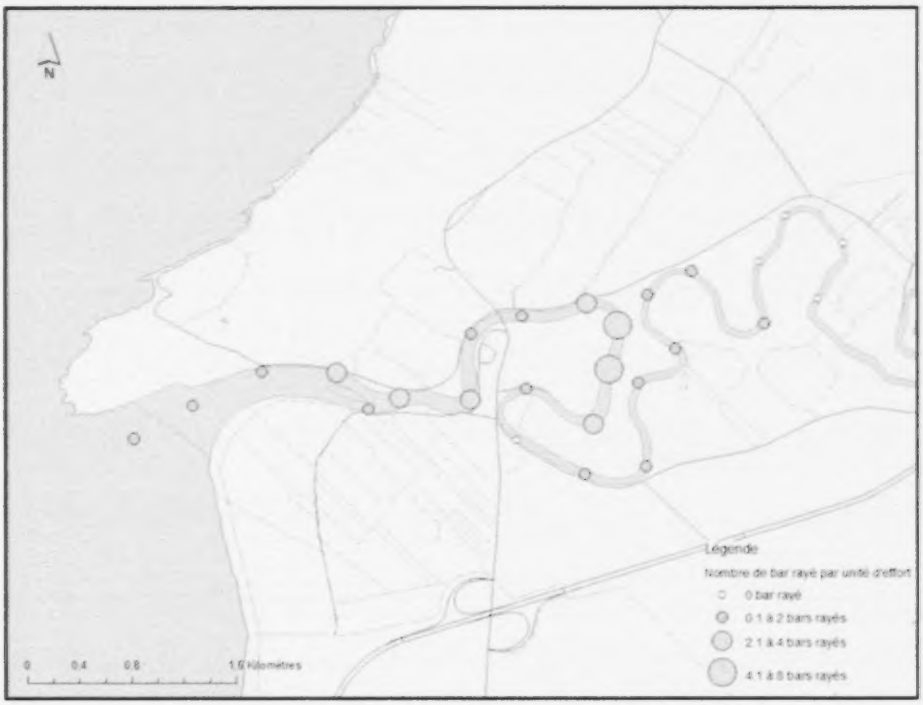


Figure 34 : Nombre de bars rayé détectés par unité d'effort en 2013 à la rivière Ouelle aux stations de télémétrie mobile.

Identification des aires de reproduction

La présence d'une frayère de bars rayés à l'embouchure de la rivière du Sud a été confirmé en 2011 (Côté 2012). Pour ce qui est du secteur portuaire de Québec, l'ensemble des observations y ayant été réalisées au cours des dernières années suggèrent fortement qu'il s'agit aussi d'un secteur utilisé pour la reproduction du bar rayé. En effet, on y observe des rassemblements prédictibles d'individus adultes en période de fraie, particulièrement à des températures propices à la reproduction, soit entre 13 à 18 °C (MFFP, données non publiées). De plus, la proportion de mâles et de femelles sexuellement matures dans le secteur portuaire de Québec augmente à partir du moment où la température de l'eau atteint les valeurs propices à la reproduction, ce qui est également utilisé comme indicateur de la présence de sites de fraie chez d'autres populations de bars rayés (Hocutt *et al.* 1990). On note également que lorsque la température de l'eau est optimale pour la fraie, le rapport des sexes dans le secteur portuaire de Québec devient débalancé en faveur des mâles, ce qui a également été observé sur d'autres frayères de bars rayés connues (Edwards 1969), ainsi qu'à la frayère de la rivière du Sud (MFFP, données non publiées). Ce phénomène pourrait s'expliquer par le temps de

résidence plus élevé des mâles sur les sites de fraie par rapport aux femelles (Hocutt *et al.* 1990; Carmichael *et al.* 1998; Douglas *et al.* 2009). Une fois la période de fraie terminée, soit lorsque la température dépasse 18 °C, le secteur du port de Québec est rapidement délaissé par les bars rayés adultes. L'abandon du secteur de reproduction par une bonne partie des adultes a aussi été documentée sur d'autres sites de reproduction de bars rayés (Setzler-Hamilton *et al.* 1981; Van Den Avyle et Maynard 1994; Rulifson et Dadswell 1995; Robichaud-LeBlanc *et al.* 1996; Rulifson et Tull 1999; Douglas *et al.* 2009), dont la rivière du Sud. D'autres observations sur la présence de jeunes de l'année dans le secteur immédiat au port de Québec de même qu'une concentration élevée de larves et de jeunes de l'année de bars rayés en aval de ce secteur, notamment dans le chenal de l'Île d'Orléans appuient la présence d'une frayère dans le port de Québec. La répartition des larves et des jeunes de l'année à proximité des sites de fraie, en aval, mais parfois également en amont, a aussi été observé pour la population de bars rayés du sud du golfe Saint-Laurent (Robichaud-Leblanc *et al.* 1996, 1998) et celle de la rivière du Sud (Côté 2012). Enfin, plusieurs études ont documenté la présence d'aires d'hivernage à proximité des sites de reproduction du bar rayé (Clark 1968; Young et Isely 2002; Douglas *et al.* 2009), ce qui est le cas pour le secteur portuaire de Québec, ainsi que pour le site de reproduction de la rivière du Sud (Figure 11). Il est probable qu'il soit avantageux pour les bars rayés de migrer près des sites de fraie à l'automne alors que leurs réserves énergétiques sont à leur maximum, plutôt qu'au printemps alors que celles-ci se trouvent à leur plus bas (Douglas *et al.* 2009). Cette hypothèse demeure toutefois à être confirmée. L'ensemble des observations réalisées au secteur portuaire de Québec suggèrent donc fortement qu'il s'agit d'un secteur de fraie pour le bar rayé de la population du fleuve Saint-Laurent.

AIRE DE RÉPARTITION ET SUIVI DES JEUNES DE L'ANNÉE

MÉTHODE

Réseau de suivi des captures accidentelles

Afin de suivre l'évolution et d'évaluer le succès de la réintroduction du bar rayé dans le Saint-Laurent, un réseau de suivi a été créé en 2003. Ce réseau collige les observations de bar rayé faites par la pêche commerciale, récréative et scientifique. Le bar rayé étant protégé en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, les spécimens capturés accidentellement sont remis à l'eau à l'exception des individus retrouvés morts. Ces derniers sont remis au MFFP, en vertu d'un permis spécial de gestion de la faune, qui permet aux pêcheurs commerciaux membres du réseau de les conserver. L'analyse de ces spécimens (longueur totale, poids, estimation de l'âge, stade de maturité, etc.) permet de documenter davantage l'état de cette population en reconstruction. Les données obtenues permettent d'évaluer plus spécifiquement la survie, le rétablissement de l'espèce, de déterminer son aire de répartition, etc. En 2008, grâce au réseau de suivi, il a été possible de confirmer que le bar rayé se reproduisait naturellement dans le Saint-Laurent.

Malgré que l'information soit de différentes sources, la majorité des mentions de bars rayés, et plus spécifiquement les mentions de bars rayés de l'année (âge 0+) proviennent à 99 % des observations des pêcheurs commerciaux à anguilles. À l'automne, au moment de la pêche aux anguilles, les jeunes bars rayés demeurent pris dans les coffres destinés à la capture des anguilles. Entre 2010 et 2015, 21 tentures à anguilles, réparties principalement entre Rivière-Ouelle et Kamouraska au Bas-Saint-Laurent, composaient le réseau de suivi (Figure 35).

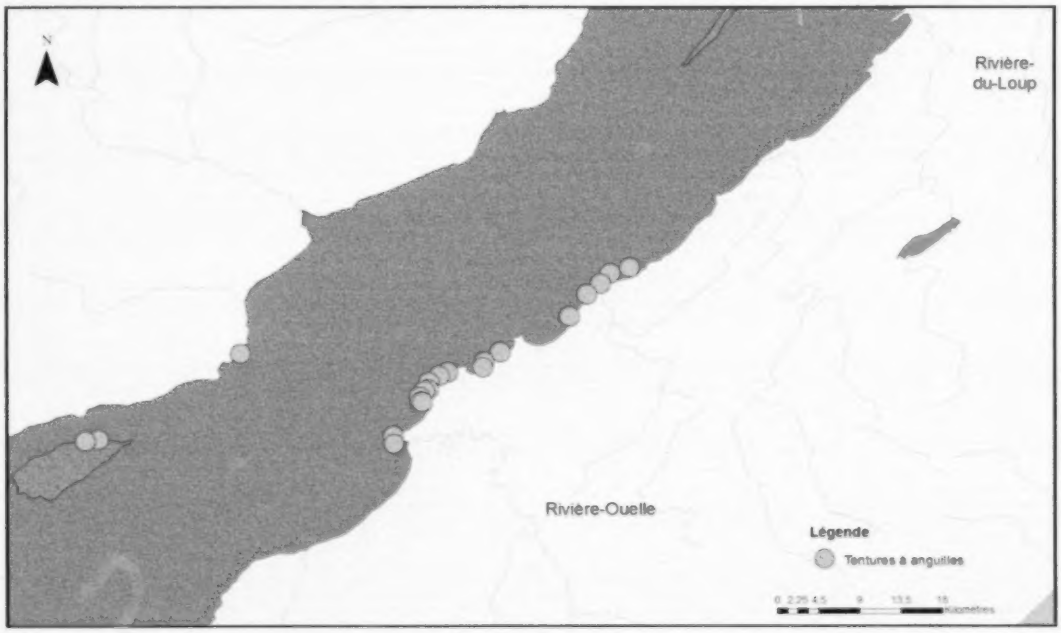


Figure 35 : Répartition des tentures à anguilles faisant parties du réseau de suivi des captures accidentelles de bars rayés du Saint-Laurent.

Caractérisation des habitats d'été utilisés par les jeunes de l'année

L'objectif de ce projet était d'identifier les caractéristiques biotiques et abiotiques de l'habitat estival de croissance recherchées par les jeunes de l'année de la population de bar rayé réintroduite dans le Saint-Laurent (Pelletier 2013).

Au cours de l'été 2012, le MFFP a entamé le plus vaste échantillonnage à la seine de rivage sur les rives du Saint-Laurent. Un total de 152 stations, réparties de manière systématique aux 5 km entre Bécancour et Rivière-du-Loup sur la rive sud et entre Trois-Rivières et La Malbaie sur la rive nord, incluant les îles entre ces secteurs ont été échantillonnées (Figure 36). Plus de 750 km de rives ont ainsi été inventoriées en juillet, août et septembre. À chaque station, divers paramètres reliés à l'habitat étaient mesurés et tous les poissons capturés étaient dénombrés et identifiés à l'espèce (Pelletier 2013)

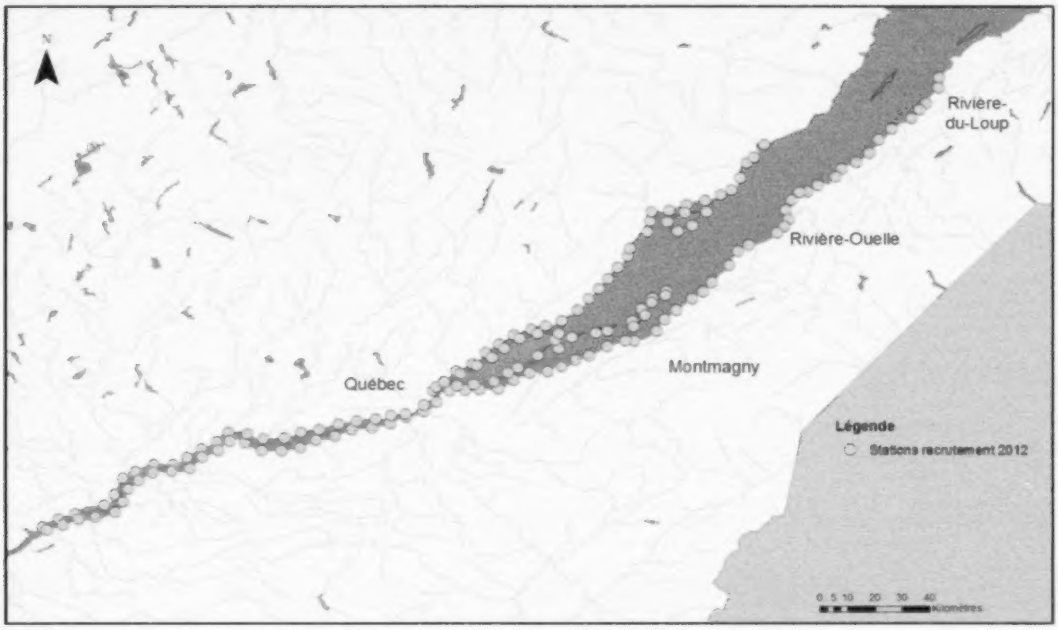


Figure 36 : Localisation des 152 stations d'échantillonnage de 2012 réparties dans le Saint-Laurent à l'est de Trois-Rivières.

Réseau de suivi annuel du recrutement

Les travaux réalisés en 2012 ont servis de base afin d'établir un protocole standardisé (A.M. Pelletier[1], MFFP, non publiées) permettant un échantillonnage optimal des jeunes de l'année dans le Saint-Laurent. L'objectif ultime étant de mettre sur pied un indice annuel du recrutement. Cet indice, comparable d'une année à l'autre, permettra d'évaluer et de comparer les variations interannuelles du succès reproducteur, qui peut être très variable d'une année à l'autre (COSEPAC 2012). En résumé, le nouveau protocole comprend 100 stations réparties

[1] Pelletier, A.-M. 2015 Protocole d'échantillonnage pour le réseau de suivi du recrutement des bars rayés du fleuve Saint-Laurent, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale du secteur sud-est, Direction régionale de la gestion de la faune du Bas-Saint-Laurent, 12 p.

entre Bécancour et L'Isle-Verte sur la rive sud du Saint-Laurent, incluant les principales îles entre ce secteur, et entre Trois-Rivière et La Malbaie sur la rive nord (Figure 37). Le choix des stations a été déterminé en fonction de la qualité des sites pour effectuer de manière efficiente un échantillonnage à la seine de rivage. L'échantillonnage de l'ensemble des stations est maintenant réalisé vers la mi-septembre.

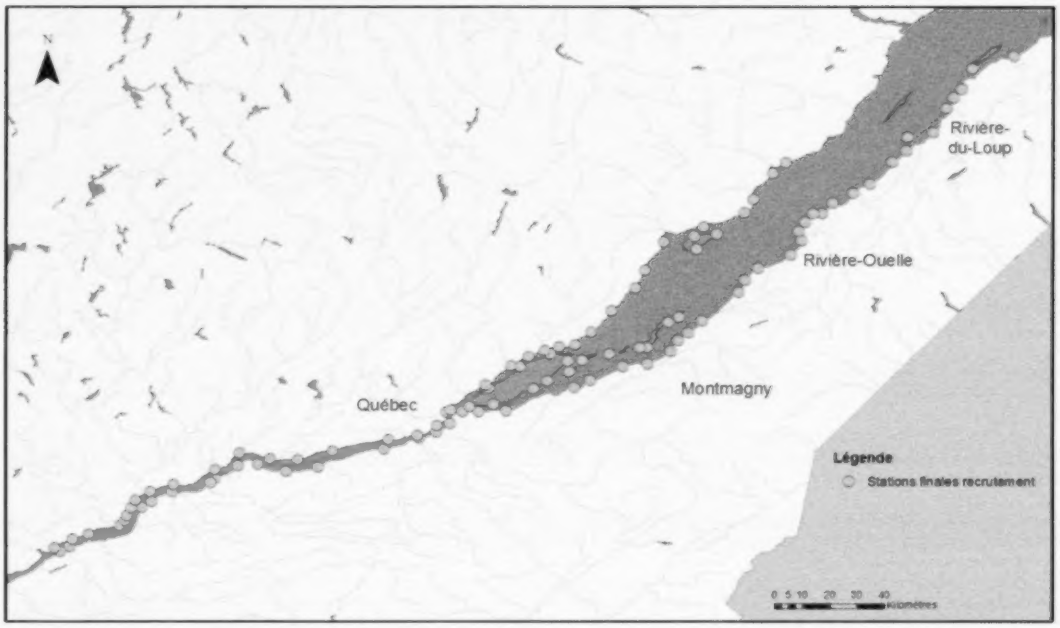


Figure 37 : Localisation des 100 stations d'échantillonnage du réseau de suivi standardisé du recrutement du bar rayé.

RÉSULTATS

Réseau de suivi des captures accidentelles

Entre 2010 et 2015, le réseau de suivi a permis de comptabiliser plus de 32 400 mentions de bars rayés de l'année (Tableau 4). La majorité de ces individus, soit entre 81 % et 95 % selon les années, ont été capturés dans l'une des deux tentures à anguilles situées à la pointe est de la rivière Ouelle (Figure 38). Étant donné que chaque engin de pêche engendre un effort (m de tenture) différent, il demeure important de relativiser les résultats en capture par unité d'effort (CPUE) afin de comparer les différentes années entres elles (Tableau 4 et Figure 39). Les résultats montrent que l'année 2014 fût jusqu'à maintenant l'année la plus productive au niveau du recrutement du bar rayé avec 2,7 bars rayés par m de tenture tandis que l'année 2013 fût la pire avec 0,1 bar rayé par m de tenture à anguilles.

Tableau 4 : Nombre de bars rayés de l'année rapportés par les pêcheurs commerciaux d'anguilles et nombre par mètre de tenture entre 2010 et 2015.

Année	N	Nombre de bars rayés par mètre de tenture (CPUE)	Proportion retrouvée à la pointe est de l'anse Ste-Anne
2010	1500	0,3	84 %
2011	5199	0,9	81 %
2012	6179	1,2	90 %
2013	255	0,1	84 %
2014	13 275	2,7	95 %
2015	5 993	1,2	92 %
Total	32 401		

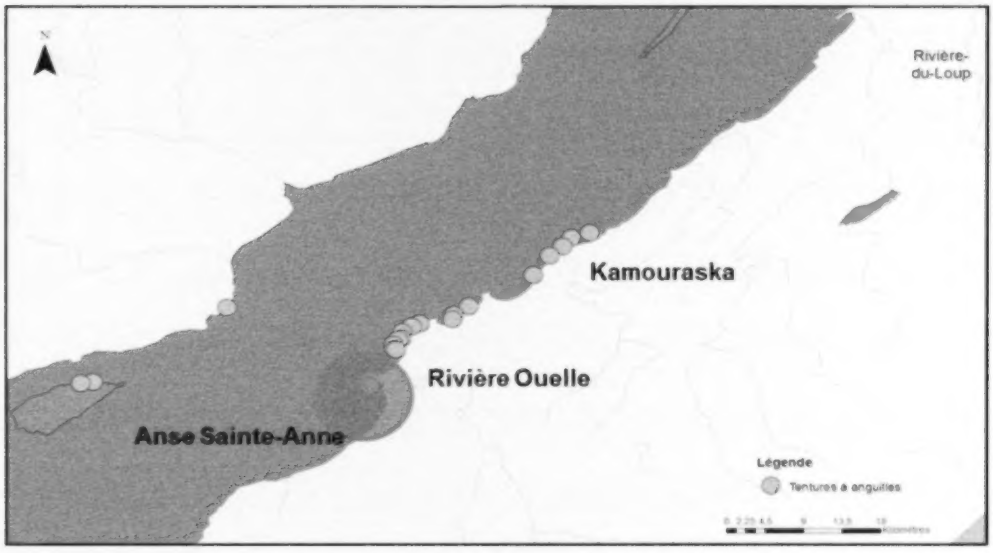


Figure 38 : Localisation des principales mentions de bars rayés de l'année rapportées par le réseau de suivi.

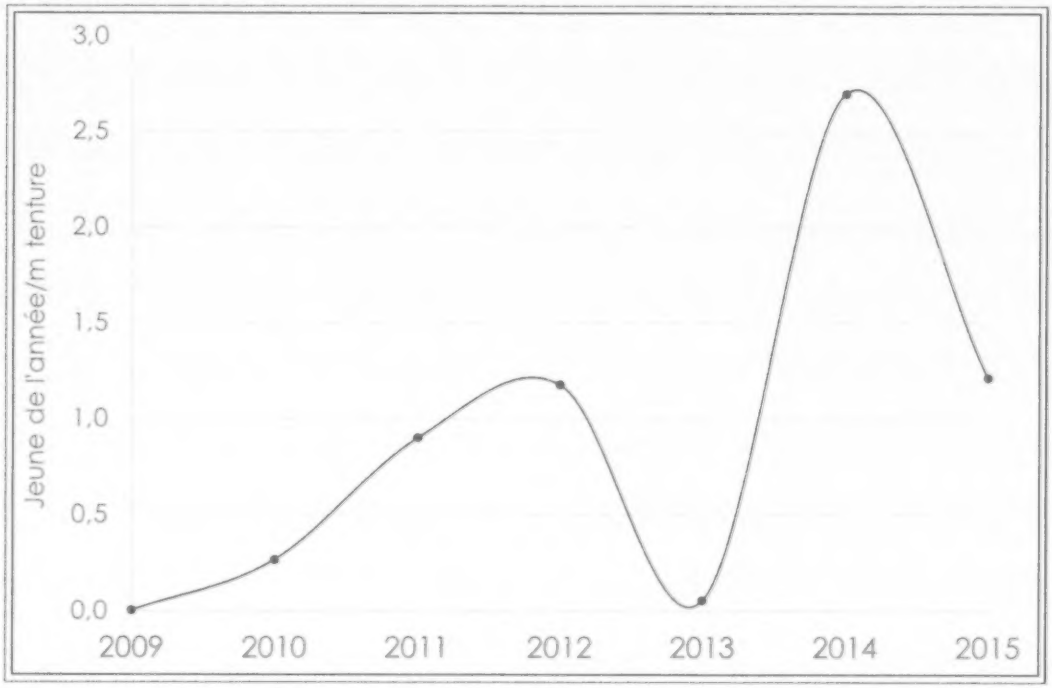


Figure 39 : Distribution des CPUE des jeunes bars rayés de l'année capturés via le réseau de suivi des captures accidentelles entre 2009 et 2015.

Les données obtenues renseignent sur la forte abondance des bars rayés de l'année à l'extrémité est de l'anse Sainte-Anne à l'automne (Tableau 4). Malgré qu'aucune information ne permette de documenter l'utilisation du secteur situé dans la portion ouest de l'anse Saint-Anne, tout porte à croire que l'anse Sainte-Anne demeure un secteur de prédilection pour les jeunes bars rayés en période automnale. En effet, avant 2010, des tentures à anguilles situées directement dans cette anse récoltaient davantage de jeunes bars rayés que les engins de pêche situés à la pointe est de l'anse Sainte-Anne (Pelletier *et al.* 2010). Par conséquent, tout porte à croire que l'anse Sainte-Anne demeure encore aujourd'hui un habitat d'importance pour les jeunes bars rayés à l'automne. La superficie de cet habitat est de 146,3 km^2, comprenant 54,6 km^2 en zone intertidale, associée à des hauts-fonds et à caractéristiques abiotiques hétérogènes (structure du sol, granulométrie, topographie, facteurs physico-chimiques de l'eau, etc.), 67,7 km^2 en zone 0-2 mètres de profondeur et 24,0 km^2 en zone 2-5 mètres (Figure 40). Les hauts-fonds, couplés à la forte circulation des courants, amènent une variation du gradient de salinité passant rapidement de 10 à 18 ‰. Les côtes de ce secteur se caractérisent également par une zone de rétention ichtyoplantonique importante utilisée principalement par des larves d'éperlan, de hareng et de capelan (Dussureault 2010). Les sédiments de surfaces sont variés et passent des particules grossières aux particules fines d'est en ouest (D'Anglejan *et al.* 1981). Finalement, la circulation de la masse d'eau fait en sorte de créer un front thermique important caractérisé par une baisse des températures de 6 à 7°C en aval de Rivière-Ouelle. Selon Robichaud-Leblanc *et al.* (1998), les juvéniles se retrouvent en abondance dans les baies abritées des estuaires, où ils se nourrissent surtout de petits invertébrés au cours de leur première année. Ils vont tolérer des taux de salinité allant jusqu'à 15 ‰ et des températures entre 12 et 23°C (Bain et Bain 1982).

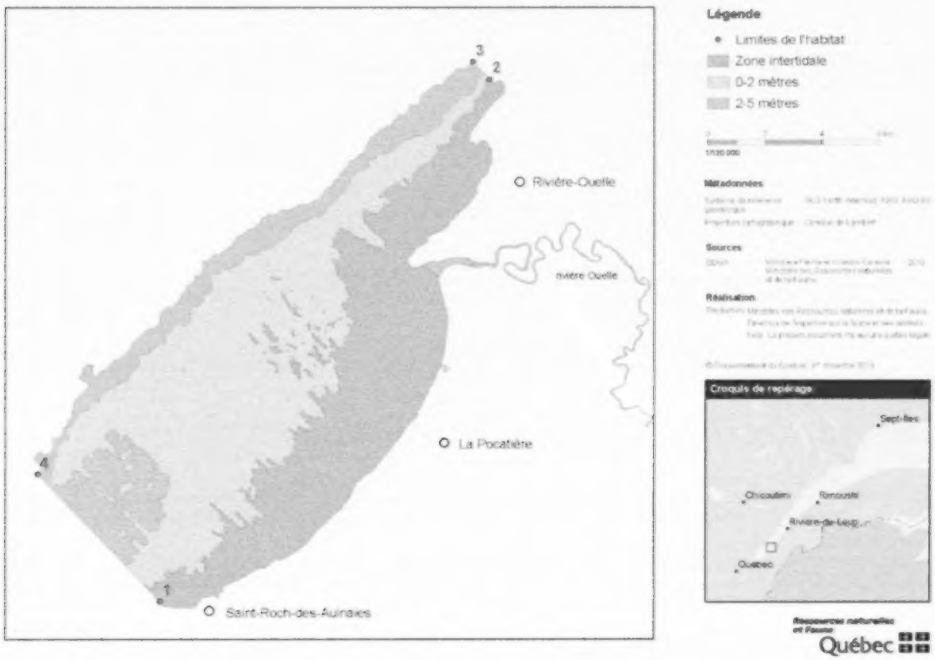


Figure 40 : Localisation et délimitation de l'habitat utilisé par les jeunes bars rayés à l'automne au Bas-Saint-Laurent.

Caractérisation des habitats d'été utilisés par les jeunes de l'année

Un total de 239 bars rayés de l'année a été capturé entre les mois d'août et de septembre 2012. Les Figure 41 à Figure 43 présentent la distribution des captures des bars rayés de l'année en fonction des mois d'échantillonnage et le Tableau 5 fait état du nombre de poissons capturés selon les différentes périodes.

Tableau 5 : Détails sur les captures de bars rayés selon le mois d'échantillonnage en 2012.

Mois	Nombre de bars rayés capturés	Nombre de stations avec présence	Étendue des captures par station	Tailles minimale et maximale (mm)	Taille moyenne (mm)
Juillet	65	25	1-9	38-74	56
Août	93	27	1-18	27-125	57
Septembre	81	31	1-12	39-156	95
Total	239				

Les captures en juillet 2012 se distribuent entre Grondine à l'ouest et Kamouraska à l'est sur la rive sud et jusqu'à Charlevoix la rive nord (Figure 41). Des concentrations plus importantes se retrouvent en amont et autour de l'île d'Orléans ainsi que sur la rive sud du fleuve près de

Montmagny et dans l'archipel des îles de Montmagny. Plusieurs stations en aval de Rivière-Ouelle ainsi qu'à Kamouraska montraient également des occurrences.

Au mois d'août 2012, les bars rayés se distribuent presque partout sur la rive sud du Saint-Laurent entre Kamouraska à l'est et en face de l'Île d'Orléans à l'ouest (Figure 42). Des concentrations très importantes se retrouvent au nord de l'Île d'Orléans. Fait intéressant, une capture a même été faite à Champlain en amont de la zone à l'étude.

En septembre 2012, on remarque un déplacement des bars rayés vers l'aval du Saint-Laurent jusqu'à Rivière-du-Loup (Figure 43). Plus aucune capture n'a été répertoriée sur la rive nord à l'est de Québec, mais une concentration importante demeure autours de l'Île d'Orléans, sur la rive sud de l'Île. Le secteur de Montmagny et de l'Archipel n'est plus utilisé.

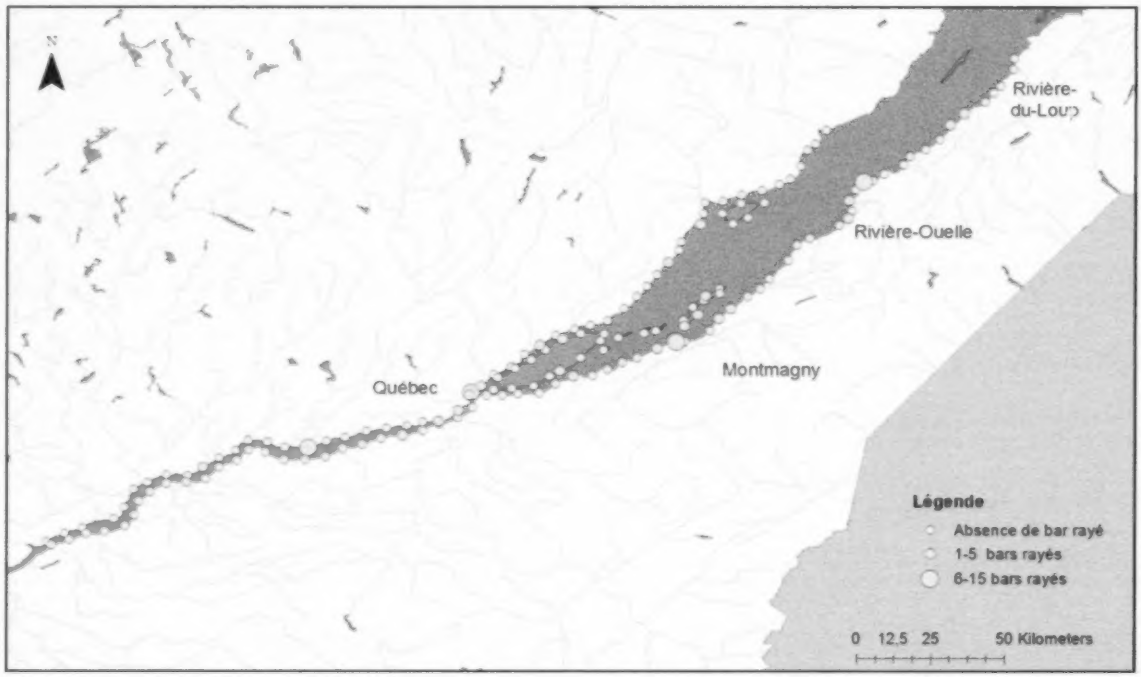


Figure 41 : Distribution des captures de bars rayés 0+ au mois de juillet 2012.

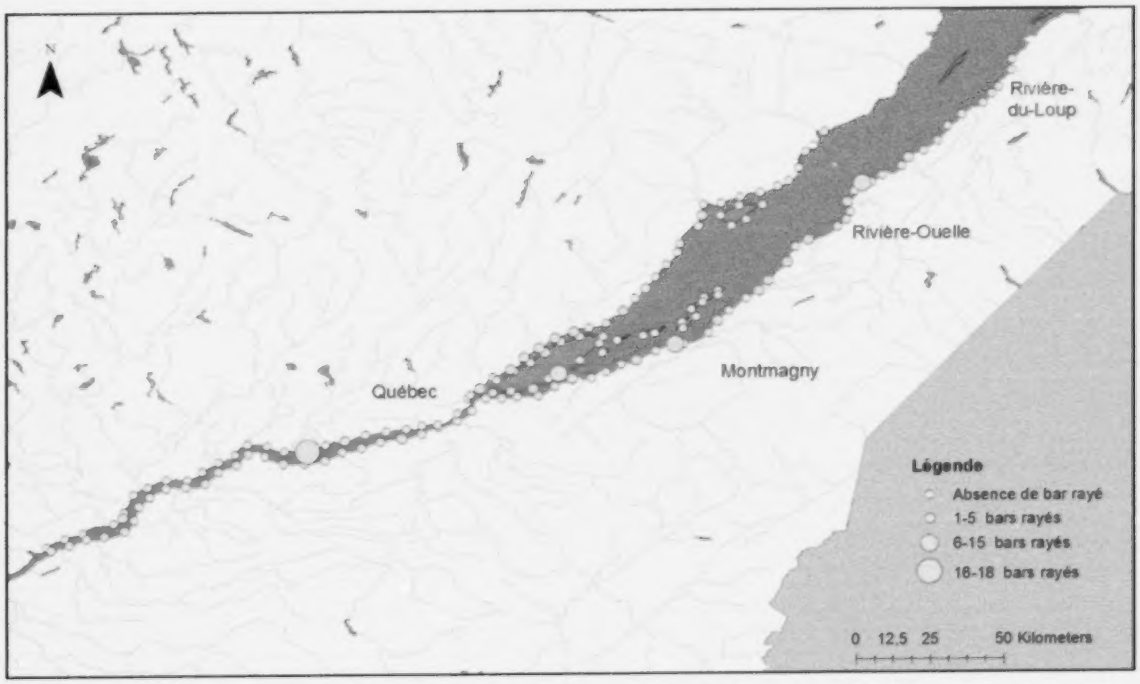


Figure 42 : Distribution des captures de bars rayés 0+ au mois d'août 2012.

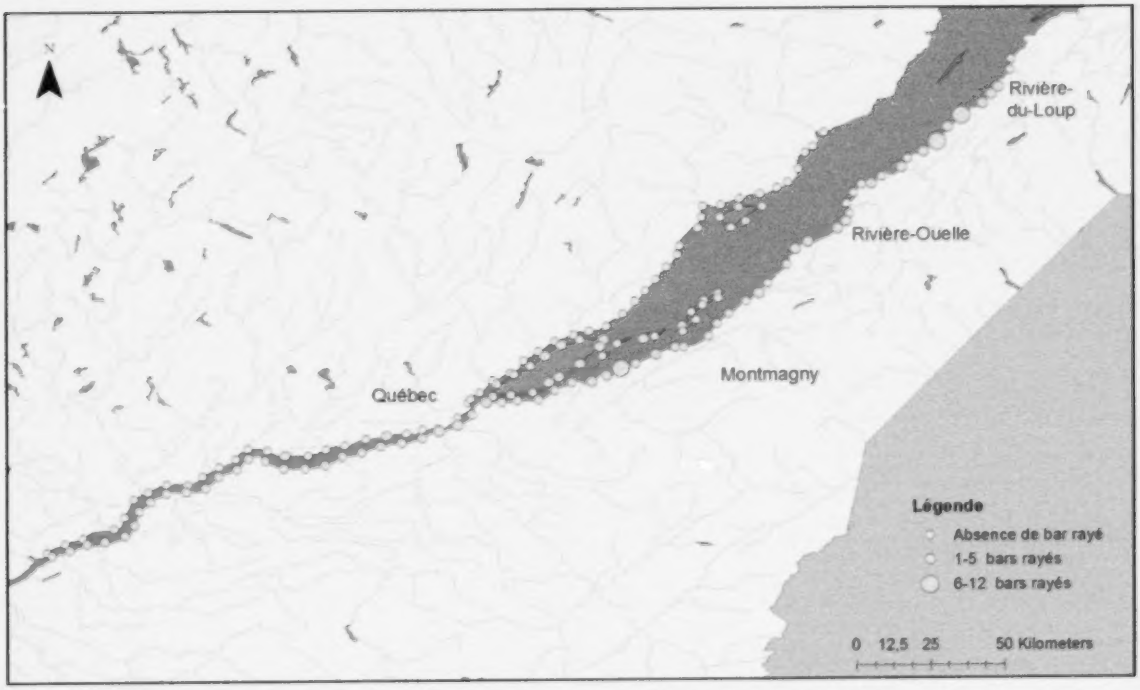


Figure 43 : Distribution des captures de bars rayés 0+ au mois de septembre 2012.

La présence de juvéniles a été notée dans tout l'estuaire entre Batiscan et Rivière-du-Loup dans des habitats et des conditions très diversifiés. Après avoir analysé l'ensemble des paramètres relatifs aux mesures d'habitat, aucun type d'habitat particulier recherché par le bar rayé juvénile n'a pu être mis en évidence (Pelletier 2013). Selon la littérature, contrairement aux stades œufs et larvaires qui sont plus fragiles (Cooper et Polgar 1981), le stade juvénile, soit des individus ≥ 20 mm (Mansueti 1958, Auer 1982), tolère mieux les changements dans les conditions du milieu (COSEPAC 2004). Les jeunes bars rayés sont par conséquent plus tolérants à des changements de température et de salinité et ne sont pas limités à un type d'habitat particulier (COSEPAC 2004). Le seul paramètre clairement mis en évidence demeure l'utilisation des habitats riverains ayant une faible profondeur d'eau. Les résultats démontrent que les probabilités de capturer des bars rayés juvéniles augmentent lorsque la seine est fermée sur la rive plutôt que directement dans l'eau à des profondeurs variables. Les bars rayés provenant des populations canadiennes sont aussi retrouvés dans les eaux peu profondes dans les baies et les zones abritées le long des berges (Robichaud-Leblanc *et al.* 1998; COSEPAC 2004). Ils peuvent d'ailleurs combler leurs besoins alimentaires en se déplaçant dans les habitats estuariens ou côtiers, souvent en bancs d'individus d'une même taille (COSEPAC 2004). Cet élément devient important à considérer dans la méthode à utiliser lors d'études subséquentes liées au stade juvénile. Par conséquent, la seine devrait idéalement être fermée sur la berge à une profondeur nulle pour maximiser les chances de capturer des jeunes bars rayés de l'année.

Les analyses révèlent également un évitement des juvéniles vers des habitats présentant une granulométrie grossière ou des densités végétales importantes. Toutefois, ces résultats pourraient être liés à un biais inhérent à la méthode d'échantillonnage plutôt qu'un réel évitement.

Les résultats ont également mis en lumière la forte association du bar rayé avec la présence du baret (*M. americana*, famille des moronidés). Cette association sympatrique entre le bar rayé et le baret est aussi observée dans les rivières du Nouveau-Brunswick (Mansueti 1964; Thistle 2011[2]) et suggère que les deux espèces colonisent les mêmes types d'habitats ou recherchent les mêmes types de proies. Ainsi, un habitat colonisé par le baret s'avère aussi être un habitat à haut potentiel pour le bar rayé. Étant donné que l'abondance relative du bar rayé demeure encore à des niveaux faibles dans l'estuaire du Saint-Laurent, les informations en lien avec les habitats utilisés par le baret pourraient être utiles pour déterminer les secteurs à haut potentiel pour abriter de jeunes bars rayés. Les travaux de 2012 ont également mis en évidence le lien entre les bars rayés et les poissons de la famille des clupéidés (par exemple l'alose savoureuse et le gaspareau). Étant encore trop petits pour se nourrir de poissons, les jeunes bars de l'année sont planctonivores et se trouvent en eaux peu profondes près du littoral, tout comme les clupéidés (Desroches et Picard 2013, Bernatchez et Giroux 2012). Il est donc tout à fait normal de retrouver ces différentes espèces aux mêmes endroits. À l'opposé, nous avons noté un évitement du bar rayé pour les habitats où il y a présence de cyprinidés. Les deux espèces principales de cyprinidés qui ont été capturées sont le méné à tache noire (*Notropis hudsonius*) et le méné émeraude (*N. atherinoides*), deux espèces ayant été trouvées dans des habitats à fortes densités d'herbiers. Deux hypothèses ont été émises afin d'expliquer cette dissociation entre les deux familles: 1) les bars rayés juvéniles évitent les habitats présentant des herbiers denses, contrairement aux cyprinidés ou 2) les bars rayés sont présents dans les habitats offrant des herbiers denses, mais sont peu capturés par la seine qui a tendance à flotter sur la

[2] Thistle, M.E. 2011. Presence and distribution of young-of-the-year striped bass (*Morone saxatilis*) throughout rivers and estuaries of the southern Gulf of St. Lawrence, summer 2011. Ministère des Pêches et des Océans, 41 p.

végétation, contrairement aux cyprins qui se capturent plus facilement. Selon l'expérience terrain de nos équipes ayant participé à l'échantillonnage, la première hypothèse s'avère la plus plausible.

Réseau de suivi annuel du recrutement

Les Figure 44 à Figure 46 présentent les résultats de la distribution des captures pour les années 2013 à 2015 et le Tableau 6 fait état du nombre de captures réalisé pour ces mêmes années. Ainsi, les résultats démontrent que 2013 fût une mauvaise année au niveau du recrutement avec une capture total de 29 bars rayés réparties dans 12 stations différentes. L'ensemble des captures a eue lieue en aval de la ville de Québec et sur la rive sud uniquement et dans l'Archipel de Montmagny. L'année 2014 fût par contre une meilleure année du côté du recrutement des jeunes de l'année avec un total de 57 bars rayés répartis en 24 stations. Mis à part une mention située près de Trois-Rivières, l'ensemble des autres captures ont été réalisés en aval de Québec avec une concentration importante autours de l'Île d'Orléans. En 2015, 313 bars rayés ont été capturés dans 37 stations différentes. La majorité des captures ont été réalisées en aval de Québec avec des concentrations importantes autours de l'Île d'Orléans, dans le secteur de Montmagny et de Rivière-Ouelle. La rive sud du Saint-Laurent en aval de l'Île d'Orléans est grandement colonisée par les jeunes bars rayés en septembre.

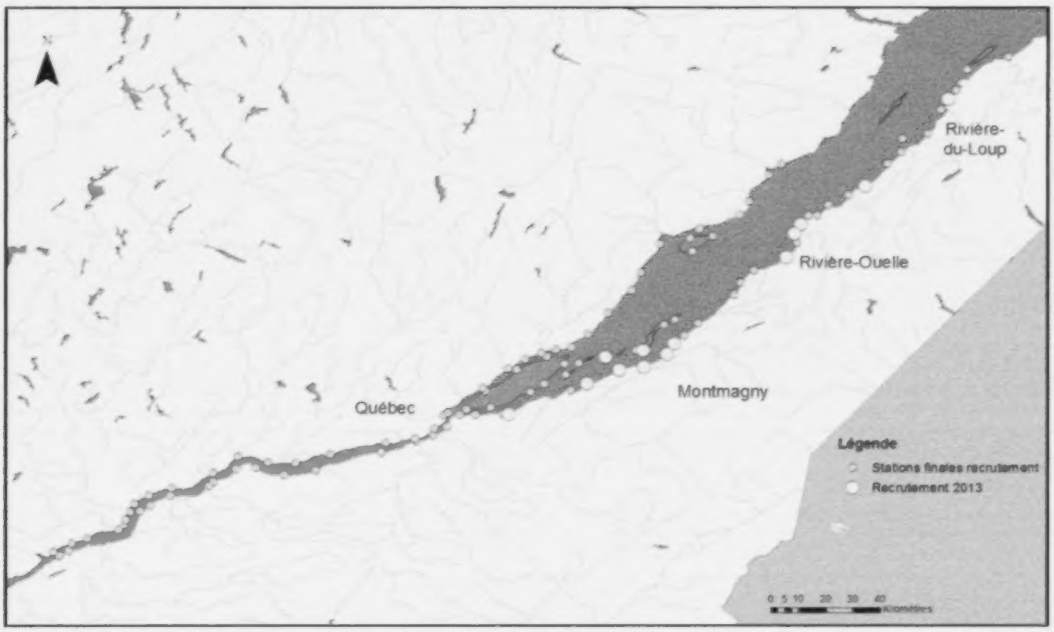


Figure 44 : Distribution des captures de bars rayés en 2013. Les ronds gris représentent les stations d'échantillonnage avec absence de bar rayé et les ronds jaunes représentent une station où au moins 1 bar rayé de l'année a été capturé.

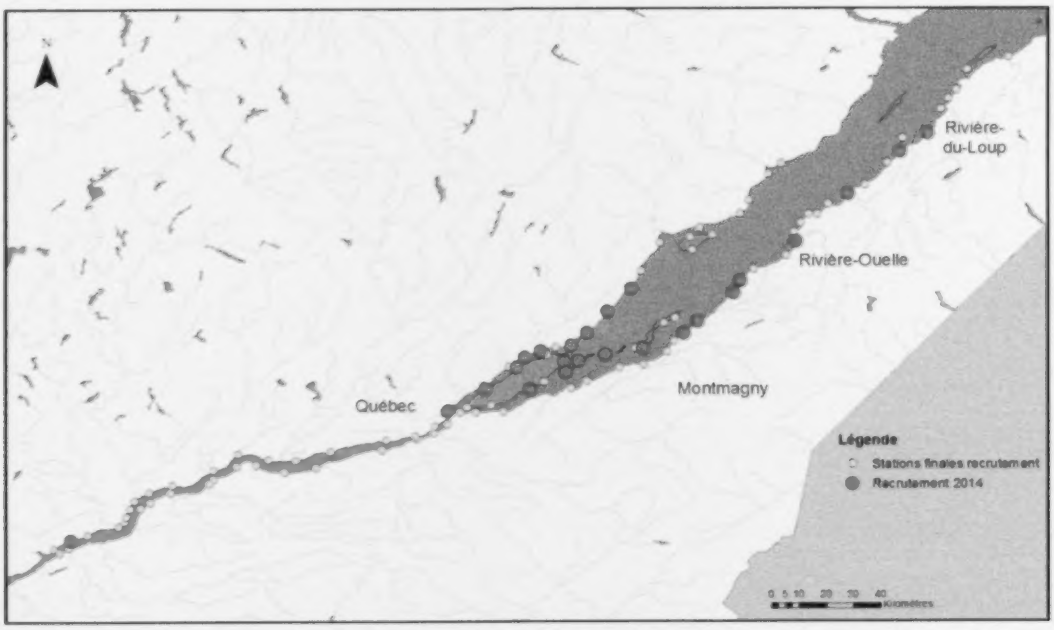


Figure 45 : Distribution des captures de bars rayés en 2014. Les ronds gris représentent les stations d'échantillonnage avec absence de bar rayé et les ronds rouges représentent une station où au moins 1 bar rayé de l'année a été capturé.

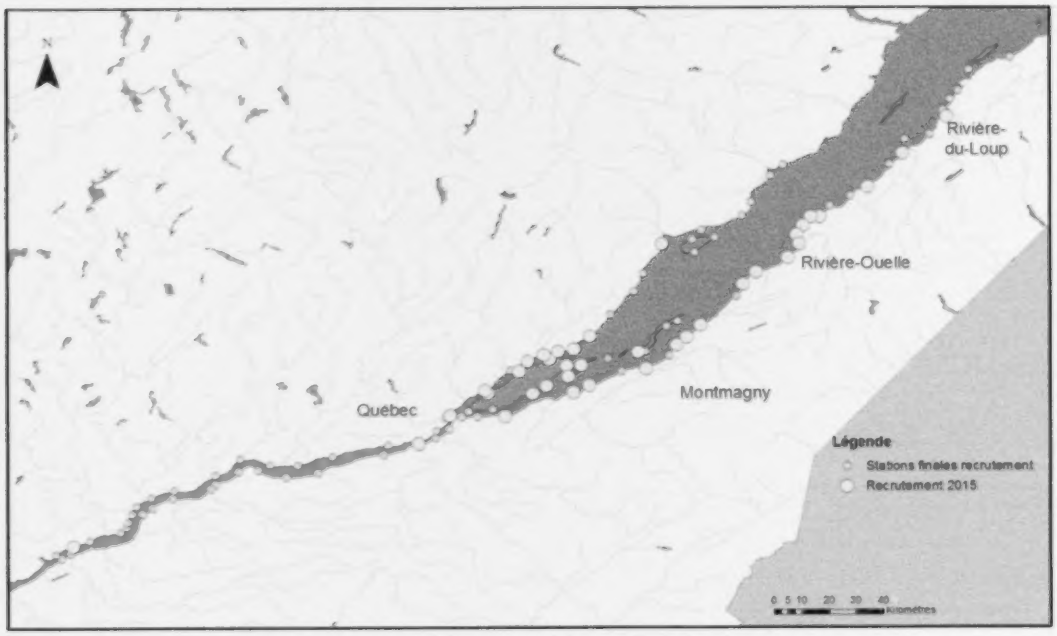


Figure 46 : Distribution des captures de bars rayés en 2015. Les ronds gris représentent les stations d'échantillonnage avec absence de bar rayé et les ronds verts représentent une station où au moins 1 bar rayé de l'année a été capturé.

Tableau 6 : Détails sur les captures de bars rayés selon l'année d'échantillonnage.

Année	Nombre de bars rayés capturés	Nombre de stations avec présence	Étendue du nombre de captures par station	Tailles minimale et maximale (mm)	Taille moyenne (mm)	Taille Médiane (mm)
2013	29	12	1-11	22-113	43	34
2014	57	24	1-14	29-135	89	94
2015	313	37	1-38	16-110	40	28

DESCRIPTION ET ÉVALUATION DES HABITATS D'IMPORTANCE POUR LES LARVES ET LES JEUNES DE L'ANNÉE

Les résultats obtenus quant à la répartition des jeunes bars rayés de l'année dans le Saint-Laurent ne permettent pas encore de définir les caractéristiques précises de l'habitat que recherche le juvénile pour assurer sa croissance et son alimentation. Des travaux présentement en cours, dirigés par le professeur Pascal Sirois de l'Université du Québec à Chicoutimi et son équipe, permettront éventuellement de déterminer les caractéristiques préférentielles pour les larves et les jeunes bars rayés.

En attente des résultats de ces travaux et en se basant sur les renseignements actuellement disponibles dans la littérature scientifique, il est tout de même possible de délimiter une zone ayant un potentiel d'habitat pour les larves et les jeunes de l'année, c'est-à-dire la zone intertidale 0-5 mètres. Cette zone est comprise entre Rivière-du-Loup et Lévis sur la rive sud et entre Petite rivière St-François et Neuville sur la rive Nord et inclus les îles entre ces secteurs. Des études supplémentaires sont nécessaires afin de mieux circonscrire des secteurs ayant une importance particulière pour ce jeune stade de développement.

CONCLUSION

Les connaissances sur l'utilisation des habitats dans le Saint-Laurent par les différents stades de développement du bar rayé se sont grandement accrues au cours des dernières années. Un vaste réseau de suivi des déplacements des individus matures a permis de cibler des aires de concentrations hivernales, d'identifier des lieux de rassemblement pendant la période propice à la reproduction, de connaître certains déplacements estivaux et de découvrir des lieux de rassemblement important insoupçonnés. Ces informations, couplées aux travaux terrain, ont permis de comprendre l'utilisation printanière de certains secteurs précis. Les différents réseaux de suivi des jeunes de l'année permettent l'acquisition d'informations précieuses comparables d'une année à l'autre. Ces données permettent de suivre de manière temporelle l'évolution de ce segment de la population, si important pour assurer le rétablissement du bar rayé. Malgré cela, il reste encore un travail important à accomplir afin d'identifier l'ensemble des habitats essentiels au bar rayé pour assurer son maintien, sa reproduction et sa survie. Des études supplémentaires sont prévues au cours des prochaines années afin de compléter les informations encore manquantes.

REMERCIEMENTS

Le travail titanesque devant être réalisé pour atteindre les objectifs des différentes études nécessite l'implication d'un nombre impressionnant de biologistes, techniciens, stagiaires et étudiants, tous passionnés et qui ont à cœur le succès de ce projet unique au Québec. Nous désirons remercier l'ensemble d'entre eux pour leur support, leur disponibilité et leur enthousiasme.

Direction de l'expertise sur la faune aquatique (DEFA) :

Amélie Pépin-Labé, technicienne de la faune
Ariel Arsenault, technicienne de la faune
Denis Fournier, technicien de la faune
Éliane Valiquette, biologiste
Élise Roussel-Garneau, biologiste
Jean-Nicolas Bujold, biologiste
Marie-Pier Ratelle, étudiante
Maxime Guérard, biologiste
Michel Legault, biologiste
Pierre-Louis Harton, étudiant
Pierre-Olivier Demeule, étudiant
Simon Bernatchez, étudiant
Vanessa Cauchon, technicienne de la faune
William Cayer-Blais, technicien de la faune
Yannick Soulard, technicien de la faune

Directions régionales de la gestion de la faune :

Estrie, Montréal, Montérégie et Laval :

Florent Archambault, technicien de la faune
Daniel Hatin, biologiste
Guillaume Lemieux, technicien de la faune

Lanaudière et Laurentides

Hugo Mercille, technicien de la faune

Mauricie-Centre-du-Québec :

Geneviève Richard, technicienne de la faune
Mathieu Thériault, technicien de la faune
Nicolas Auclair, technicien de la faune
Philipe Brodeur, biologiste
Rémi Bacon, technicien de la faune
Simon Boisvert, étudiant

Capitale-Nationale et Chaudière-Appalaches :

Anabel Carrier, biologiste
Andréanne Masson, biologiste
Francis Moore, technicien de la faune
François Hudon, technicien de la faune
Gilbert Rondeau, technicien de la faune
Kariane Filion, technicienne de la faune
Marc Talbot, technicien de la faune
Mathieu Trudel, technicien de la faune

Pierre-Yves Collin, technicien de la faune
Valérie Harvey, biologiste

Bas-Saint-Laurent :

Anne-Marie Pelletier, biologiste
Annie Marquis, microbiologiste
Bernard Lévesque, technicien forestier
Charlyn Girouard, étudiante
Dominique Paradis, technicien forestier
Geneviève Bourget, biologiste
Jasmin Michaud, technicien de la faune
Johanne Dussureault, technicienne de la faune
Kim Belzile, technicienne de la faune
Martine Tremblay, technicienne de la faune
Mathieu Bélanger, technicien de la faune
Patrick Gagnon, technicien de la faune
Rémi Tardif, technicien de la faune
René Isabel, technicien de la faune
Guy Verreault, biologiste

Université du Québec à Chicoutimi

Pascal Sirois, professeur
Olivier Morissette, étudiant à la maîtrise
Lucie Vanalderweireldt, étudiante au doctorat
Laurence Forget-Lacourcière, étudiante à la maîtrise

RÉFÉRENCES

Auer, N.A. 1982. Identification of larval fishes of the great lakes basin with emphasis on the lake Michigan drainage. Special Publication 82-3. Great Lakes Fisheriy Commission. Michigan. 744 p.

Bain, M.B. et Bain, J. L. 1982. Habitat suitability index models : Coastal stocks of striped bass. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Report No.FWS/OBS-82/10.1, Washington, D.C.

Beaulieu, H. 1985. Rapport sur la situation du bar rayé (*Morone saxatilis*). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune. 53 p.

Beaulieu, H., Trépanier, S. et Robitaille, J. A. 1990. Statut des populations indigènes de bar rayé (*Morone saxatilis*) au Canada. Ministère du Loisirs, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale des espèces et des habitats. Rapp. tech. xii + 50 p.

Bernatchez, L. et Giroux, M. 2012. Les Poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'est du Canada, Éditions Broquet, 348 p.

Bourget, G., Verreault, G., Tardif, R., Legault, M., et Deschamps, D. 2008. Bilan de l'année 2008 du suivi de la réintroduction du bar rayé dans le Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune du Bas-Saint-Laurent, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Feuillet d'information. 1 p.

Carmichael, J. T., Haeseker, S. L. et Hightower, J. E. 1998. Spawning migration of telemetered striped bass in the Roanoke River, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 127:286–297.

Chapman, B. B., Skov, C., Hulthen, K., Brodersen, J. Nilsson, P. A., Hansson, L. A. et Bronmark, C. 2012. Partial migration in fishes: definitions, methodologies and taxonomic distribution. J. Fish Biol. no. 81 :479-499.

Clark, J. 1968. Seasonal movements of striped bass contingents of Long Island Sound and the New York Bight. Trans. Am. Fish. Soc. 97: 320-343.

Comité de travail pour la réintroduction du bar rayé. 2000. Plan d'action pour la réintroduction du bar rayé (*Morone saxatilis*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune. 25 p. + annexes.

Cooper J.C. and Polgar, T.T. 1981. Recognition of year-class dominance instriped bass management. Trans. Am. Fish. Soc. 110(1) : 180-187.

COSEPAC. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé (*Morone saxatilis*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en peril au Canada. Ottawa. viii + 51 p.

COSEPAC. 2012. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé (*Morone saxatilis)* au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xx + 86 p.

Côté, C.L. 2012. Caractérisation de l'habitat utilisé par les larves et les juvéniles issus de la nouvelle population de bars rayés de l'estuaire du Saint-Laurent sur la rive sud entre Montmagny et Rivière-Ouelle durant la saison de croissance 2011. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. 60 p.

D'Anglejan, B., Ingram, R.G. et Savard, J.P. 1981. Suspended-sediment exchanges between the St. Lawrence estuary and a coastal embayment. Mar. Geol. 40 :85-100.

Desroches, J.-F. et Picard, I. 2013. Poissons d'eau douce du Québec et des maritimes. Éditions Michel Quintin. 471 p.

Douglas, S. G., Chaput, G., Hayward, J. et Sheasgreen, J. 2009. Prespawning, Spawning, and Postspawning Behavior of Striped Bass in the Miramichi River. Trans. Am. Fish. Soc. 138, 121-134.

Dussureault, J. 2010. Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2009. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 38 pages.

Edwards, G. 1969. Literature Review of the Striped Bass *Roccus saxatilis* (Walbaum). 22 p.

Gahagan, B. I., Fox, D. A. et Secor, D. H. 2015. Partial migration of striped bass: revisiting the contingent hypothesis. Mar. Ecol. Prog. Ser. 525: 185-197.

Hocutt, C. H., Seibold, S. E. Harrell, R. M. Jesien, R. V. and Bason, W. H. 1990. Behavioral observations of striped bass (*Morone saxatilis*) on the spawning grounds of the Choptank and Nanticoke rivers, Maryland, USA. J. Appl. Ichthyol. 6:211–222.

Mansueti, R.J. 1958. Eggs, larvae and young of the striped bass, *Roccus saxatilis*. Md. Dep. Res. Educ., Chesapeake Biol. Lab., Contrib. 112: 35 p.

Mansueti R.J. 1964. Eggs, larvae, and young of the white perch, *Roccus americanus*, with comments on its ecology in the estuary. Chesapeake Science. Vol. 5. N^{os} 1-2. pp. 3-45

Pelletier, A.-M. 2009. Premier portrait biologique de la nouvelle population de bars rayés (*Morone saxatilis*) du fleuve Saint-Laurent résultant des ensemencements effectués entre 2002 et 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire du Bas-Saint-Laurent et Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. 55 pages.

Pelletier, A.-M. 2013. Caractérisation des habitats d'été utilisés par les bars rayés juvéniles de l'année dans l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport technique et scientifique dans le cadre du plan de rétablissement du bar rayé de l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 44 p.

Pelletier, A-M, Verreault G., Bourget B. et Dussureault J. 2010. Utilisation de l'habitat par les différents stades de développement de la population réintroduite de bars rayés (*Morone saxatilis*) de l'estuaire du Saint-Laurent, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire du Bas-Saint-Laurent, Direction générale du Bas-Saint-Laurent, 38 pages.

Pelletier, A.-M., Bourget, G. Legault, M. et Verreault, G. 2011. Réintroduction du bar rayé (*Morone saxatilis*) dans le fleuve Saint-Laurent : bilan du rétablissement de l'espèce. Nat. Can. 135 : 79-85.

Robichaud-LeBlanc, K.A., Courtenay, S.C. and Locke, A. 1996. Spawning and early life history of a northern population of striped bass (*Morone saxatilis*) in the Miramichi River estuary, Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool. 74: 1645-1655

Robichaud-Leblanc, K.A., Courtenay, S.C. et Benfey, T.J. 1998. Distribution and growth of young-of-the-year striped bass in the Miramichi River estuary, Gulf of St. Lawrence. Trans. Am. Fish. Soc., 127 : 56-69.

Robitaille, J. 2010. Évaluation de la qualité de l'habitat et de son utilisation par la population disparue de bar rayé (*Morone saxatilis*) de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2010/052. vi + 22 p.

Robitaille, J., Bérubé, M., Gosselin, A., Baril, M., Beauchamp, J., Boucher, J., Dionne, S., Legault, M., Mailhot, Y., Ouellet, B., Sirois, P., Tremblay, S., Trencia, G., Verreault, G. et Villeneuve, D. 2011. Programme de rétablissement du bar rayé (*Morone saxatilis*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada. Série des programmes de rétablissement publiés en vertu de la Loi sur les espèces en péril. Ottawa. Pêches et Océans Canada. xi + 52 p.

Rulifson, R. A. et Dadswell, M. J. 1995. Life history and population characteristics of striped bass in Atlantic Canada. Trans. Am. Fish. Soc. 124:477–507.

Rulifson, R. A. et Tull, K. A. 1999. Striped bass spawning in a tidal bore river: the Shubenacadie estuary, Atlantic Canada. Trans. Am. Fish. Soc. 128:613–624.

Scott, W. B. et Crossman, E. J. 1974. Poissons d'eau douce au Canada, Bulletin 184, ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa, 1026 p.

Scott W.B. et Scott, M. G. 1988. Atlantic fiches of Canada, Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219 : 731 p.

Secor D.H., Rooker, J.R., Zlokovitz, E.R. et Zdanowicz, V.S. 2001. Identification of riverine, estuarine and coastal contingents of Hudson River Striped Bass based upon otolith elemental fingerprints. Mar. Ecol. Prog. Ser. 211: 245–253.

Service de la Faune aquatique. 2011. Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures, Tome I, Acquisition de données, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 137 p.

Setzler-Hamilton, E. M., Boynton, W. R., Mihursky, J. A., Polgar, T. T. et Wood, K. V. 1981. Spatial and temporal distribution of striped bass eggs, larvae, and juveniles in the Potomac estuary. Trans. Am. Fish. Soc. 110:121–136.

Van Den Avyle, M. J. et Maynard, M. A. 1994. Effects of saltwater intrusion and flow diversion on reproductive success of striped bass in the Savannah River estuary. Trans. Am. Fish. Soc. 123:886–903.

Wingate R.L., Secor, D.H. et Kraus, R.T. 2011. Seasonal patterns of movement and residency by Striped Bass within a subestuary of the Chesapeake Bay. Trans. Am. Fish. Soc. 140: 1441–1450.

Winter, J. D. 1983. Underwater biotelemetry. Pages 371–395 dans L. A. Nielsen et D. L. Johnson, éditeurs. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

Young, S. P. and Isely, J. J. 2002. Striped Bass Annual Site Fidelity and Habitat Utilization in J. Strom Thurmond Reservoir, South Carolina, Georgia, Trans. Am. Fish. Soc., 131:5, 828-837